

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA  
OSTRAVA**

**HORNICKO - GEOLOGICKÁ FAKULTA**

Katedra ekonomiky a systémů řízení

**MODEL TECHNOLOGICKÉHO PROCESU  
VYBRANÉHO TĚŽEBNÍHO PODNIKU**

**MODEL OF TECHNOLOGICAL PROCESS  
IN SELECTED MINING COMPANY**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Autor:**

Radek Řeha

**Vedoucí bakalářské práce:**

doc. Dr. Ing Zdeněk Neustupa

**Ostrava 2018**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut ekonomiky a systémů řízení

## Zadání bakalářské práce

Student: **Radek Řeha**  
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny  
Studijní obor: 2102R001 Ekonomika a řízení v oblasti surovin  
Téma: Model technologického procesu vybraného těžebního podniku.  
Model of Technological Process in Selected Mining Company.  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Vybraný těžební podnik, současný stav
3. Rozbor technologických postupů
4. Návrh modelů technologického procesu
5. Vytvoření modelu
6. Zhodnocení řešení
7. Závěr

Rozsah závěrečné práce 35-50 normostran.

Seznam doporučené odborné literatury:

KRYL, Václav et al. *Povrchové dobývání ložisek*. Ostrava: VŠB-TUO, 1997. 282 s. ISBN 80-7078-396-6.  
KEBO, Vladimír a kol. *Virtuální realita a řízení procesů*. 1. vyd. Ostrava : MONTANEX, a.s., 2011. 240 s.  
ISBN 978-80-7225-361-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr.Ing. Zdeněk Neustupa**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Šárka Vilamová, Ph.D.  
vedoucí institutu



\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jan Valíček, Ph.D.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje u kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19. 04. 2017



.....  
podpis

Radek Řeha  
Vietnamská 1490/10  
Ostrava-Poruba  
708 00

## **Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Dr. Ing. Zdeňku Neustupovi za vedení a spolupráci při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radimu Štilárkovi, Ing. Janu Semelovi za poskytnutí odborných rad a podkladů přínosných k vypracování této práce. Poděkování také patří Ing. Radmile Zapletalové, Ph.D. za ochotu při poskytování informací z provozovny.

Zvlášť bych poděkoval Zeměměřickému úřadu v Praze za zapůjčení veškerých mapových podkladů použitých k modelování.

## **Anotace**

V uvedené práci je vytvořena vizualizace prostředí pískovny Závada dle současných digitálních mapových podkladů. Hlavním předmětem této práce je analýza dostupných mapových podkladů různých zdrojů, jejich porovnání a vyhodnocení. Uvedená práce se také zabývá vytvořením 3D modelu lomu s 3D modelem technologického procesu.

V práci autor také představuje různé možnosti, jak využít vizualizační a analytický software pro usnadnění rozhodovacích a kontrolních procesů.

**Klíčová slova:** pískovna Závada, dobývací prostor Bohuslavice, mapa, 3D model lomu, 3D model technologického procesu, vizualizace.

## **Summary**

This thesis is visualization of surroundings of sandpit Závada according to obtainable digital maps. The main objective of this thesis is to analyze the obtainable maps of different sources to compare them and evaluate them. This thesis also deals with the creation of a sandpit 3D model containing 3D model of technological process.

This thesis also shows different possibilities how to use visualisation and analytic software which helps to decide and control technology processes.

**Keywords:** sandpit Závada, mining area Bohuslavice, map, 3D model of sandpit, 3D model of technological process, visualisation.

## Obsah

1	ÚVOD .....	7
2	VYBRANÝ TĚŽEBNÍ PODNIK, SOUČASNÝ STAV .....	8
2.1	Kamenolomy ČR.....	8
2.2	Provozovna pískovna Závada .....	8
3	ROZBOR TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ.....	14
3.1	Odkrývání.....	14
3.2	Rozpojování .....	14
3.3	Nakládání .....	15
3.4	Třídění .....	17
4	NÁVRH MODELŮ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU.....	22
4.1	Kategorie programů popisujících technologické procesy .....	22
4.1.1	CAD systémy .....	22
4.1.2	GIS .....	23
4.1.3	Simulační software .....	23
4.1.4	SCADA systémy.....	25
5	VYTVOŘENÍ MODELU .....	27
5.1	Aplikovaný software .....	27
5.2	Použitá data .....	29
5.3	Příprava softwaru .....	34
5.4	Tvorba 3D krajiny .....	37
5.5	Tvorba 3D modelu technologického procesu .....	40
5.6	Propojení modelů .....	43
6	ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ .....	45
7	ZÁVĚR .....	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	48
	SEZNAM TABULEK .....	51
	SEZNAM ZKRATEK .....	52

## 1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci jsem si zvolil model technologického procesu pískovny náležící společnosti Kamenolomy ČR s.r.o. Cílem této bakalářské práce je přiblížení provozu a vzhledu lomu prostřednictvím trojrozměrné vizualizace spojené s důkladnou analýzou získaných podkladů. Hlavním zdrojem dat jsou mapové podklady poskytnuté Zeměměřickým úřadem, které budou ověřovány, v oblasti lomu, s důlně-měřickou dokumentací. Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. Jednou z nich je část teoretická a druhou praktická část.

Celkem je práce rozdělena na 7 kapitol, přičemž ta první je přiřazena úvodu. Druhá kapitola popisuje mnou vybraný těžební podnik a v jakém stavu se, v současné době, nachází. Důvodem výběru toho podniku je skutečnost, že sídlo společnosti se nachází v Ostravě, tedy mém rodném městě. Provozovnu Závada jsem si vybral, protože je to jediná pískovna, této společnosti, nacházející se v přímé blízkosti Ostravy, pomineme-li již v té době uzavřenou šterkovnu Bohumín. Dále charakterizují lokalitu, jakým způsobem vznikalo těžené ložisko písku. V posledních dvou podkapitolách představím petrografické složení lokality a pečlivě shrnu aktivní/neaktivní dobývací prostory. Zmínka bude i o celkovém množství zásob.

Ve třetí kapitole budu popisovat všechny technologické procesy probíhající na území pískovny Závada. Jedná se o odkrývání, rozpojování, nakládání a ve větší míře se budu věnovat právě procesu třídění.

Kapitolou číslo 4 se přesuneme na zcela jinou oblast. Věnovat se budu moderním softwarům, které se dají použít v oblasti modelování a také k řízení technologických procesů. Uvedu jejich přednosti a porovnáám je.

Pátá kapitola je rozdělena do šesti částí, ve kterých představím aplikovaný software v této práci a popíši, jak bude pro práci nastaven. Další část se věnuje použitým datům, zejména z jakých zdrojů pochází a pak započne konečný proces modelování. Po vytvoření kompletní scény lomu vyhodnotím řešení, k čemu slouží, nebo by se dalo použít. Součástí zhodnocení bude také pohled z ekonomické stránky.

## 2 VYBRANÝ TĚŽEBNÍ PODNIK, SOUČASNÝ STAV

### 2.1 Kamenolomy ČR

Společnost Kamenolomy ČR s.r.o. sídlí v Ostravě a v České republice zabývá zejména těžbou kameniva, ale také jeho zušlechťováním a distribucí. Tento výsledný produkt má využití v oblasti stavební – jako přísada do betonu, či asfaltu, ať už v oblasti silničních nebo inženýrských staveb. Nutno podotknout, že společnost náleží do stavebního koncernu STRABAG. K dnešnímu dni je touto společností provozováno na 30 kamenolomů a 5 pískoven.

Veškeré výrobky společnosti jsou označeny evropskou značkou CE. Tato značka vypovídá o výrobcích, že byly ověřeny před uvedením na trh. To znamená, že splňují veškeré základní nezbytnosti o bezpečnosti, ochraně zdraví i prostředí [1].

### 2.2 Provozovna pískovna Závada

#### *Charakteristika lokality*

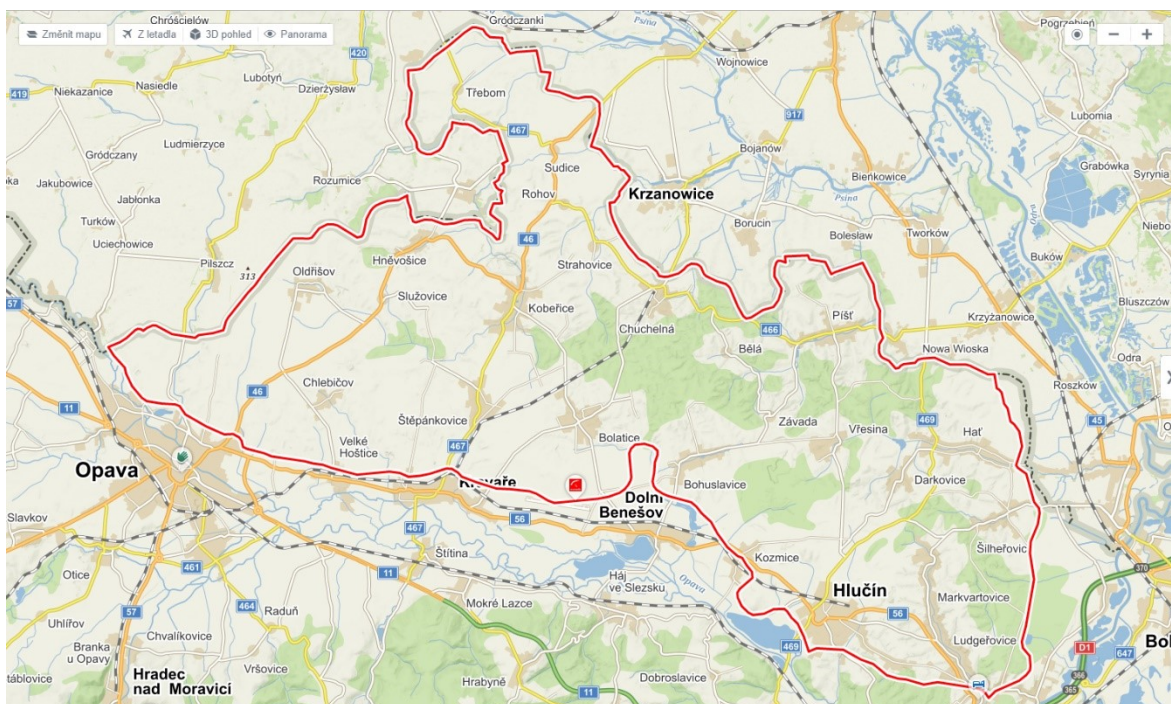
Tato provozovna se nachází v Moravskoslezském kraji mezi obcemi Vřesina, Píšť a Bohuslavice, spadá tedy pod okres Opava. Okresní město je vzhledem k pískovně na západ přibližně 20 kilometrů a krajské město Ostrava je vůči pískovně 15 kilometrů na jihovýchod (obrázek č. 1).



Obrázek 1: Poloha pískovny Závada [2]



Pískovna je rozdělena do dvou dobývacích prostorů, kterými jsou DP Vřesina, a DP Bohuslavice, nacházejících se na Hlučínské pahorkatině (obrázek č. 2). Těžba maltářských písků probíhá v současném období pouze v důlním prostoru Bohuslavice. Zbývající dva prostory již prošly rekultivací. Probíhá zde lomové dobývání, což znamená, že se ložisko dobývá z povrchu zemského po odkluzu nadloží, již 58 let [3]. V dnešní době se vytěží od 90 do 110 tisíc tun písků za rok. Nadmořská výška lokality se pohybuje kolem 270 m n. m.



Obrázek 2: Hlučínská pahorkatina [4]

### *Vznik a popis ložiska*

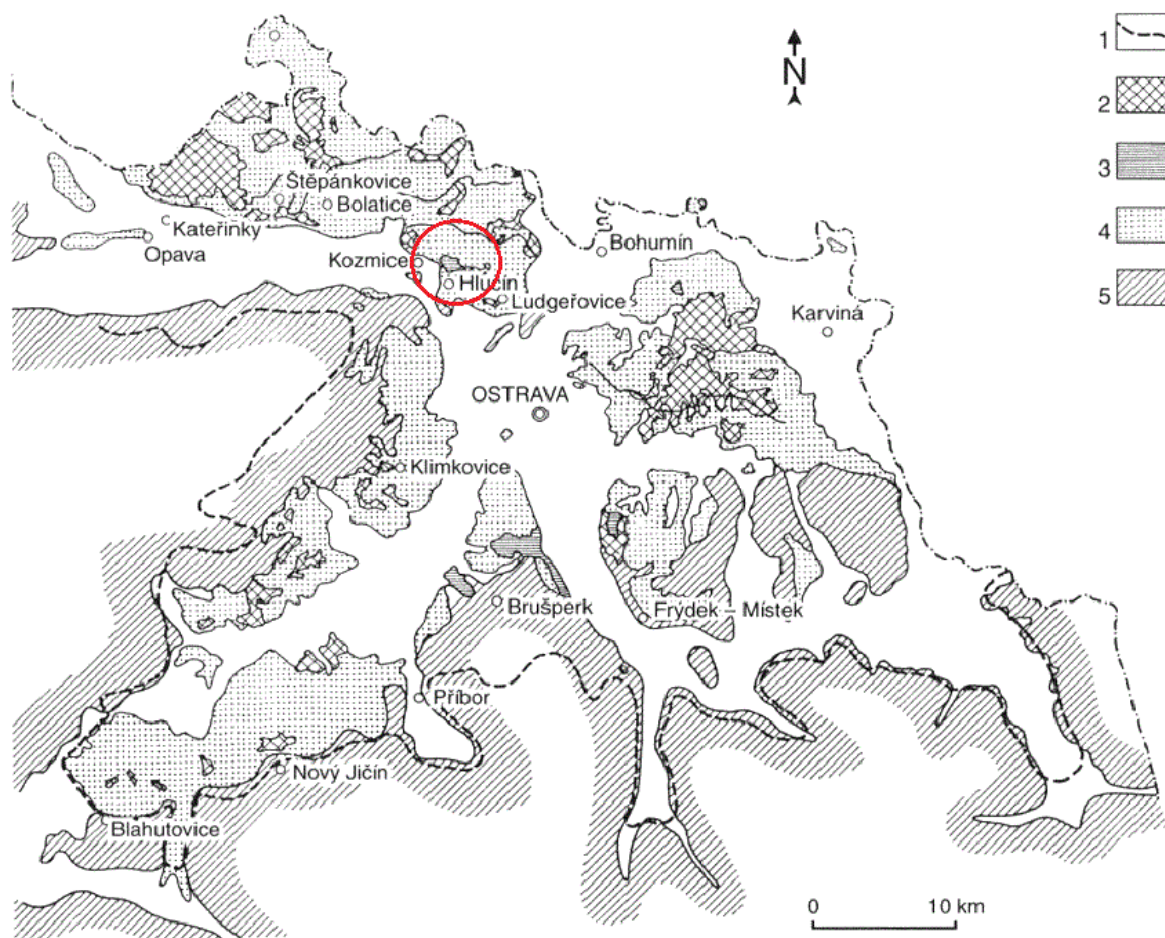
Ložisko je tvořeno sedimenty pocházejícími z diluvia, označovaného také jako pleistocén, z období před 2,6 miliony let. Původ těchto sedimentů je ledovcový a často je označován jako glaciální. Glaciální sedimenty byly vytvářeny pohybem ledovců, tedy produktů, jenž vznikaly za nízkých teplot a velkého množství sněhových srážek. Ledové desky svým pohybem obrušovaly a odlamovaly bloky hornin. Takto rozrušený materiál byl přenesen a následně ukládán v místech kraje ledovce či na jeho povrchu.

Na území České Republiky se setkáváme s glaciálními sedimenty, které rozlišujeme do tří skupin podle toho, jakým způsobem byly přesouvány a jaké bylo jejich sedimentační prostředí. První skupinou jsou sedimenty označované jako „sensu stricto“, tedy takové sedimenty, které během svého vzniku nepřišly do kontaktu s činností vody a nebyly

touto činností nijak vytríděny. Jako druhý typ se uvádí glaciofluviální sedimenty, jež byly tvořeny v přímém kontaktu s ledovcem, nebo v jeho blízkosti, právě proudící vodou. Posledním typem sedimentů, se kterým se můžeme na našem území setkat, jsou glaciolakustrinní sedimenty, nacházejícími se právě v lokalitě pískovny Závada. Stejně jako v předchozím případě byly tyto sedimentované horniny vytvořeny za činnosti ledovcové vody a následně ukládány na okrajích mělkých jezer. Dle těchto parametrů tak můžeme písky z oblasti Bohuslavice – Závada označit jako „subaquatic melt“.

Výskyt písků na území ČR se pojí s dvěma druhy ledovců. Jedním z nich je ledovec alpského typu (Mountain glacier), jehož posuv zapříčinil tvorbu sedimentů na území Šumavy, ale také Krkonoš a Hrubého Jeseníku. V oblasti povodí řek Úpy a Labe nalézáme největší sedimenty vytvořené tímto ledovcem, které dosahují délky až 5 kilometrů.

Druhým ledovcem, jehož pohyb způsoboval na našem území usazování hornin je Skandinávský kontinentální suchozemský ledovec (Scandinavian Ice Sheet). Tento ledovec zasahoval na území dnešních Severních Čech, Severní Moravy a Slezska, včetně lokality Bohuslavice – Závada [5]. Jsou zde uloženy glaciolakustrinní písky (80%), ale také glaciolakustrinní jíly (14%) a varvity (obrázek č. 3). Mocnost dosahuje hodnot od 22 m do 27 m a je zde patrné zvlnění jak stropu, tak báze. Skrývka o mocnosti až několika metrů obsahuje sprašové hlíny a ornici na povrchu [6].



**Obrázek 3:** Rozsah zalednění Severní Moravy a Slezska [7]

(1 - hranice největšího rozsahu saalského zalednění, 2 - souvkové hlíny, 3 - glacialakustrinní jíly a varvity, 4 - glacialakustrinní písky, 5 - horniny skalního podkladu)

#### *Petrografické rozdělení ložiska*

Těžený písek je v této oblasti tvořen středními až jemnými zrny a je zbarven převážně do hněda, což je zapříčiněno větším obsahem jílu a souvkových hlín vyskytujících se v proplátcích. Objevují se zde však i světlé barvy jako žlutá a šedá, kterou tvoří zejména křemičité části této písčité frakce (70 – 90 %). Křemen zde jednoznačně převládá, ale zastoupení ostatních hornin je velmi rozmanité. Struktura vychází z období a prostředí vzniku a je zde možno pozorovat ploše ukloněné vrstvy různých mocností, dosahujících i několika desítek centimetrů. Tyto vrstvy se odlišují převážně barvou, tedy složením, ale také zrnitostí. Z toho vyplývá, že vrstvy vznikaly za různých klimatických podmínek.

V ložisku se objevují i valouny, neboli balvany (max. 10 %). Jedná se o nerosty větších rozměrů, které jsou specifické svým vznikem i vzhledem. Valouny odolávaly

dlouhou dobu tekoucí vodě (způsobovala jemné obrušování), nebo v ní byly ponořeny. Často jsou zvětralé, místy i úplně rozložené. Jejich rozmístění není nijak pravidelné, ale při stropu a bázi ložiska je zřetelně větší hustota výskytu. V jejich složení opět převládá křemen, menší zastoupení zde mají vyvřelé horniny, pískovec a další. Zvlášť specifické jsou valouny, jenž jsou duté, nebo vyplněné pískem, či limonitem [6].

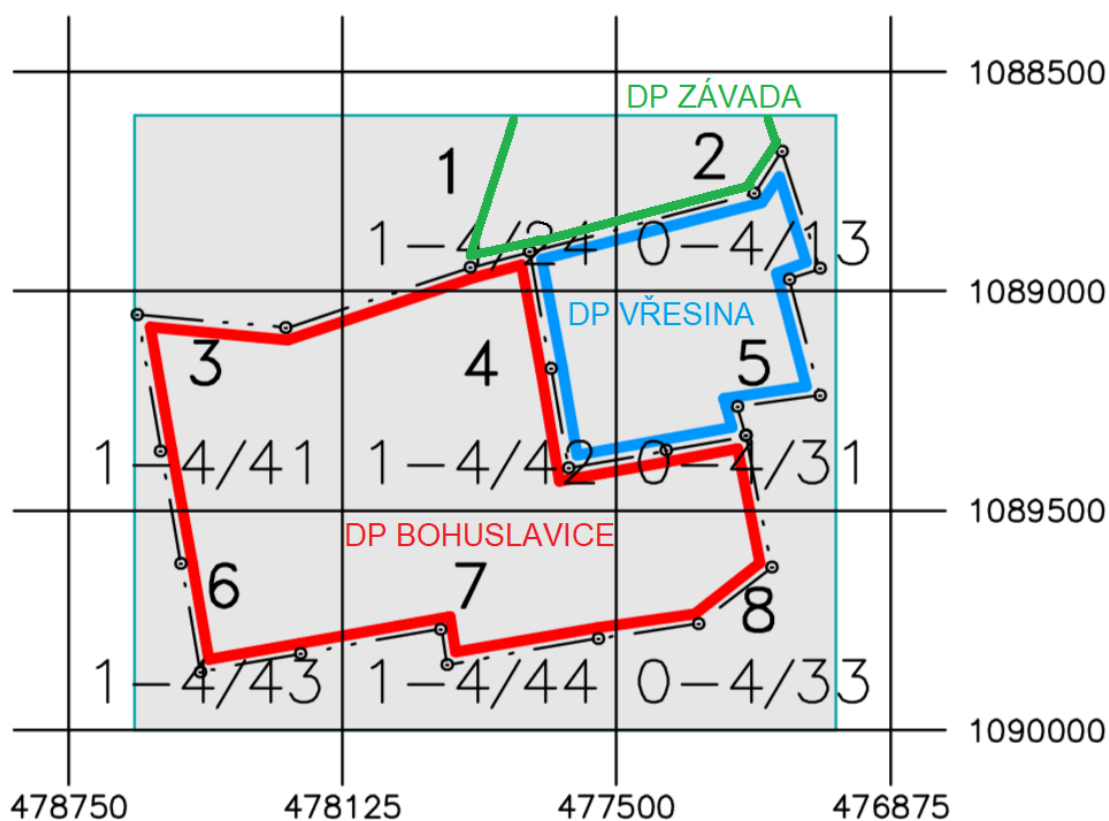
#### *Dobývací prostor a hranice*

Území, na kterém se pískovna nachází bylo původně rozděleno do tří dobývacích prostorů. Prvním z nich byl, v roce 1965, DP Závada, který je od roku 2008 zrušen. Tento prostor se nacházel severně od DP Vřesina a severovýchodně od DP Bohuslavice.

V současné době mezi aktivní dobývací prostory patří:

- 1) DP VŘESINA (26.10 1979 – doposud), na kterém právě probíhá rekultivace.
- 2) DP BOHUSLAVICE (3.2.1988 – doposud), ve kterém v současné době probíhá těžba maltářských písků [10].

Na níže uvedeném zmenšeném souřadnicovém systému lomu (obrázek č. 4) jsou vyobrazeny hranice všech tří dobývacích prostorů, přičemž hranici již neexistujícího prostoru Závada jsem ručně vyznačil a pozměnil tak původní nákres. Tento krok jsem provedl z důvodu, aby byla zřejmá jeho poloha vůči zbývajícím dvěma prostorům, jelikož se v současné době do zmenšeného souřadnicového systému neuvádí. Jeho velikost a poloha je znázorněna co nejpřesněji dle důlně-měřičské dokumentace – provozní důlní mapy provozovny Závada z r. 2016.



**Obrázek 4:** Hranice dobývacích prostorů, pozměněno [10]

#### *Množství zásob*

Rozloha dobývacího prostoru Bohuslavice činí 3 580 m<sup>2</sup>. Na této rozloze se nenachází pouze velmi mocná ložiska maltářského písku, ale také množství kvalitní zemědělské půdy získané procesem odkrývání. Dle informací, z období před rokem 1986, se na celé ploše pískovny Závada vyčíslovalo 11 942 000 m<sup>3</sup> [30].

### 3 ROZBOR TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ

#### 3.1 Odkrývání

Jedním z prvních kroků, aby mohlo dojít k těžbě samotného nerostu, je nutnost odstranění skrývky. Skrývka představuje vrstvu hornin uloženou nad těženou surovinou. Tuto vrstvu tvoří poměrně rozsáhlá část velmi kvalitní zeminy. V této písčově se v horní vrstvě nachází zejména porost v podobě stromů a jiných dalších dřevin. Proces odstraňování stromů zajišťuje firma Lesy České republiky, s. p.

#### 3.2 Rozpočtování

##### *Protodjakonova stupnice*

Tato stupnice patří do oblasti zabývající se klasifikací hornin, přesněji do kategorie číselných klasifikací pevnosti. K identifikaci slouží následující tabulka.

**Tabulka 1:** Protodjakonova stupnice [32]

Třída	Stupeň pevnosti hornin	Horniny	Součinitel pevnosti $f_p$	Úhel tření horniny $\varphi$	Objemová tíha horniny $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
I.	Nejtvrdší horniny	Nejtvrdší, celistvé, pevné a hutné, křemence a čediče, jiné, mimořádně tvrdé horniny	20	87°	28,00 – 30,00
II.	Velmi tvrdé horniny	Velmi tvrdé žulové horniny, křemitý porfyr, velmi tvrdá žula, křemitá břidlice, méně tvrdé křemence, nejtvrdší pískovce a vápence	15	85°	26,00 – 27,00
III.	Tvrdé horniny	Žula hutná a celistvá, velmi tvrdé pískovce a vápence, křemité rudné žíly, tvrdý slepenec, velmi tvrdé železné rudy	10	82°30	25,00 – 26,00
III. a		Tvrdé vápence, méně tvrdé žuly, pevné pískovce, mramory, dolomity, kyzy	8	80°	25
IV.	Dosti tvrdé horniny	Obyčejný pískovec, železné středně tvrdé rudy	6	75°	24
IV. a		Písčité břidlice, břidličné pískovce	5		
V.	Středně tvrdé horniny	Tvrdé hlinité břidlice, méně tvrdý pískovec a vápenec, měkký slepenec	4	75°	24

V. a		Různorodé nepříliš tvrdé břidlice, hutný slín	3	72°30	23
VI.	Dosti měkké horniny	Měkké břidlice, měkký vápenec, křída, kamenná sůl, zmrzlá země, antracit, obyčejný slín, rozrušený pískovec, měkké slepence a hlína promísená skaliny	2	65°	22,00 – 26,00
VI. a		Hlína se šterkem, rozrušená břidlice, oblázky se šterkem, tvrdá hlína, tvrdé černé uhlí	2	65°	22,00 – 26,00
VII.	Měkké horniny	Hutný jíl, pevné hlíny, střední černé uhlí	1	45°	20,00 – 22,00
VII. a		Lehká písčité hlína, šterk, spraš, měkké uhlí	0,8	40°	18,00 – 20,00
VIII.	Soudržné zeminy	Ornice, rašelina, lehká písčité hlína, vlhký písek	0,6	30°	16,00 – 18,00
IX.	Sypké zeminy	Písek, spraš, drobný šterk, náplavy, nasypané uhlí	0,5	27°	14,00 – 16,00
X.	Rozbředlé zeminy	Bahnité horniny, náplavy, vodou nasycené a rozbředlé horniny	0,3	9°	-

Procesem rozpojování se rozumí rozrušení horniny za účelem naložení do násypky třídící linky. Dle dřívější specifikace a petrografického rozboru můžeme horniny v pískovně označit v Protodjakonově stupnici třídami VIII. (zemité horniny), IX. (sypké horniny) a třídou X. (kuřavkové horniny). Tato stupnice vychází z pevnosti horninového tělesa v jednoosém tlaku a součinitel pevnosti  $f_p$  se v tomto případě pohybuje mezi hodnotou 0,3 - 0,6. S jistotou tak můžeme tvrdit, že potřebná energie k rozpojení 1 m<sup>3</sup> této horniny dle Protodjakonova součinitele činí 29,4 kJ – 58,9 kJ [3].

Rozpojování je tedy součástí procesu nakládání, jelikož je hornina lehce rozpojitelná hranou lopaty kolového nakladače, a proto zde není nutno aplikovat trhací práce.

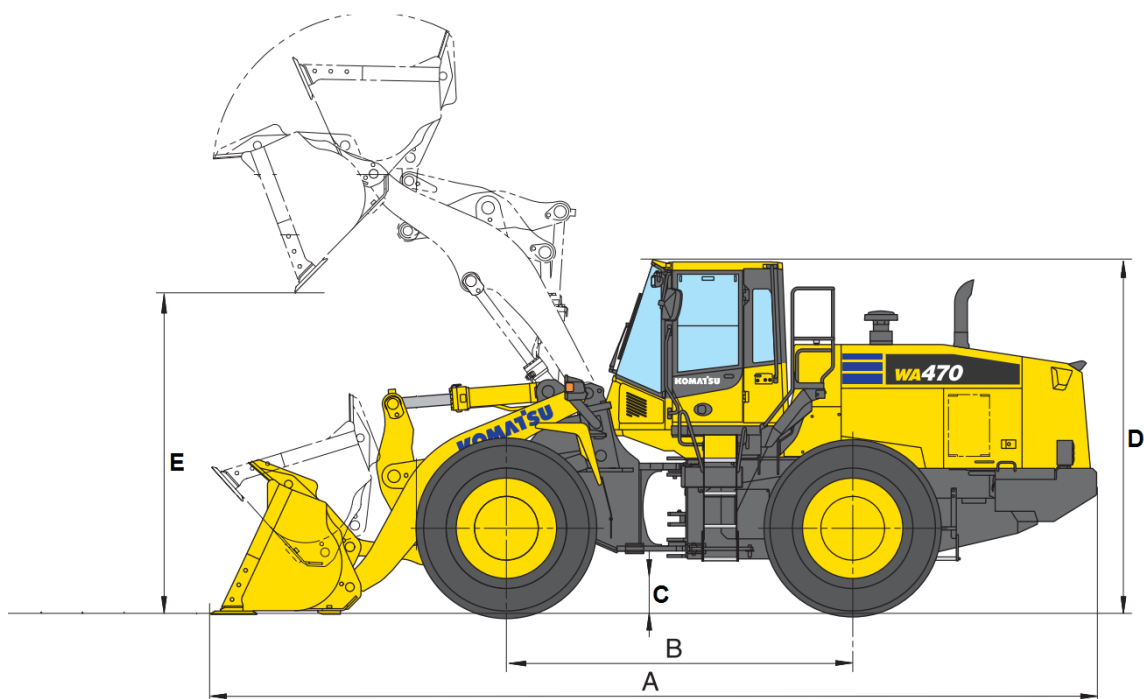
### 3.3 Nakládání

K rozrušení a nakládání maltářských písků je používán kolový nakladač značky Komatsu, model WA470 (obrázek č. 5). Hmotnost tohoto nakladače činí 24 tun a je osazen šestiválcovým motorem, který disponuje výkonem 204 kW (SAE). Podrobnosti v tabulce č. 2.



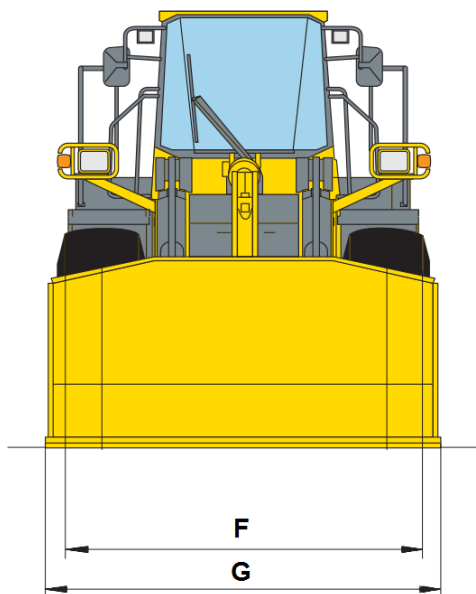


**Obrázek 5:** Kolový nakladač Komatsu WA470 [autor]



**Obrázek 6:** Rozměry kolového nakladače Komatsu [9]





**Obrázek 7:** Rozměry kolového nakladače 2 [8]

**Tabulka 2:** Technické parametry nakladače [8]

Zn.	Název	Hodnoty
A	Celková délka (lopata u země)	9 090 mm
B	Rozvor	3 450 mm
C	Výška podvozku	505 mm
D	Výška nakladače	3 475 mm
E	Maximální výška výsypu (při lopatě 45°)	2 900 mm
F	Šířka nakladače	2 975 mm
G	Šířka lopaty	2 995 mm / 3 165 mm
	Objem lopaty	4,1 m <sup>3</sup> / 4,5 m <sup>3</sup>
	Hmotnost	23 825 kg / 23 910 kg
	Výkon motoru	204 kW (SAE)

Nakladač Komatsu nahradil již zastaralý model CAT 966H, jenž se svým stářím stal nerentabilní.

### 3.4 Třídění

V pískovně Závada je k tomuto procesu využívána mobilní třídící linka značky Finlay (obrázek č. 8). Pojem mobilní znamená, že třídící linku je možno přemísťovat na jejím vlastním podvozku, což představuje obrovskou výhodu, zejména při odtěžování řezu.

Výrobce této linky pochází ze Spojeného království Velké Británie a Severního Irsku, tudíž produkty firmy Finlay jsou konstruovány výhradně dle imperiálních jednotek, včetně modelu 310, který je používán v provozovně Závada. Z počátku tento fakt tvořil

problém z hlediska dostupnosti náhradních dílů, které bylo nutno objednávat přímo u výrobce (hřídele i ložiska původně v palcích). Postupem času byla linka v rámci servisních oprav přizpůsobena metrickým jednotkám, a proto se nenabízí důvod tuto starší linku zaměnit za novější. Pohon zajišťuje triválcový dieselový motor typu Deutz F3L 101 (obrázek č. 9), jehož spotřeba se udává 2,5 až 3,5 litrů paliva na hodinu a disponuje výkonem 24 koní. Celková váha linky dosahuje sedmi tun.



*Obrázek 8:* Třídící linka Finlay 310 [autor]



*Obrázek 9:* Pohon linky [autor]

Vibrace linky by při této váze mohly způsobit její propad do podloží, proto je umístěna na betonových panelech, které propadu zabráňují (obrázek č. 10). Mezi další důležité části této linky patří násypka (obrázek č. 11), která je osazena hrubým železným roštem zajišťujícím oddělení nežádoucích částí vyskytujících se ve vrstvách písku. Jedná se zpravidla o kusy dřeva a nerosty větších rozměrů (valouny), které by mohly poškodit samotnou linku.



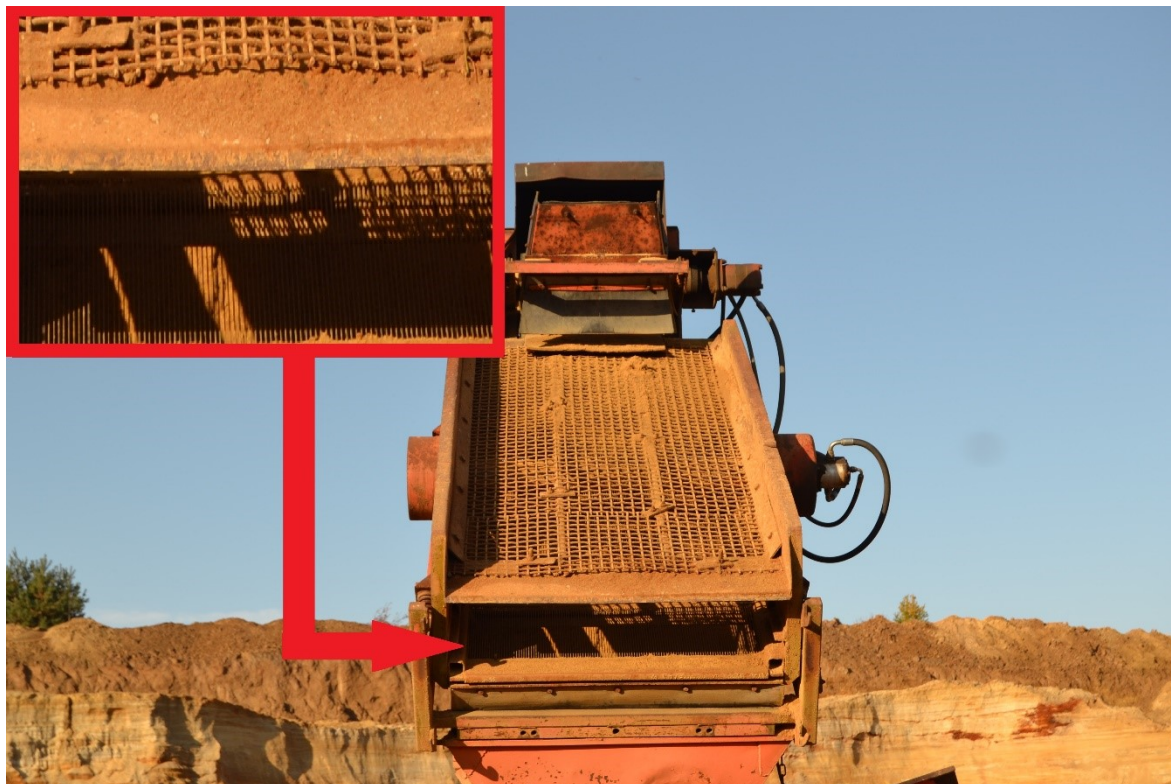


*Obrázek 10:* Panelový základ [autor]



*Obrázek 11:* Násypka linky s ochranným roštem [autor]

Materiál se z násypky dávkuje rovnoměrně na vynášecí dopravníkový pás směřující k předposlední části linky – třídicímu sítu, protože písek stále nemá požadovanou velikost frakce 0 – 4 mm. Tuto frakci zajistí až harfové síto, které je ale příliš jemné a mohlo by být většími částmi naloženého materiálu poškozeno. Z tohoto důvodu je umístěno až pod hrubším pleteným ochranným sítem s oky o velikosti 15 mm (obrázek č. 12).



**Obrázek 12:** Pletené síto a harfové síto [autor]

Na výřezu z obrázku č. 12 je lépe viditelné jemné harfové síto. Větší kusy by mohly síto poškodit, proto je chráněno pleteným sítem. Materiál po průchodu oběma síty má již požadovanou frakci 0/4.

## 4 NÁVRH MODELŮ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU

### 4.1 Kategorie programů popisujících technologické procesy

Při studiu této problematiky jsem se seznámil s různými programy, které pomáhají odborníkům v oblasti těžby řešit, navrhovat, vypořádat se s jednotlivými problémy, se kterými se mohou na provozovnách setkat.

#### 4.1.1 CAD systémy

Velmi užitečným nástrojem v oblasti strojírenství, stavebnictví, ale i těžby užitkových nerostů jsou CAD systémy, které umožňují vytvářet 3D zobrazení studované problematiky pro potřeby hornictví. Firmy jako Autodesk, Bentley systems či ESRI tradičně vyvíjejí programy AutoCAD, MicroStation a podobně. Z programů využívaných pro zobrazení strojírenských součástí se vyvinuly komplexní systémy umožňující 3D zobrazení studovaných scén s přepínáním pohledů z různých stran, zapínáním a vypínáním datových vrstev obsahujících nejen data s prostorovou informací, ale i s informacemi o kvalitě hornin, charakteru povrchu a podobně. Tyto systémy v základních formách zpravidla neobsahují analytické nástroje, ale existuje spousta nadstaveb třetích stran, které doplňují tyto softwary o nepřehledné množství funkcí. V českém prostředí se tradičně využívá software „Důlmap“, pro zobrazení důlních map, nebo CAD civil 3D, který se dá využít i pro zobrazení průniku ploch.

#### *CADcivil 3D*

Dalším z použitelných softwarů při tomto modelování by mohl být program Civil 3D. Je to produkt firmy Autodesk, která je jedním z předních výrobců pro 3D navrhování a projektování.

Aplikace Civil 3D podporuje informační modelování budov, díky které lze vylepšovat návrhy dokumentací stavební infrastruktury. Oproti systému GIS je CAD schopen zasadit do krajiny například silnice, potrubí a jiné další objekty mnohem efektivnějším způsobem. Těmi nejdůležitějšími funkcemi jsou, obdobně jako v ArcGIS, nástroje pro vizualizaci [34]. Ukázka tvorby krajiny s objekty na obrázku č. 13.





**Obrázek 13:** Ukázka scénérie v CAD civil 3D [33]

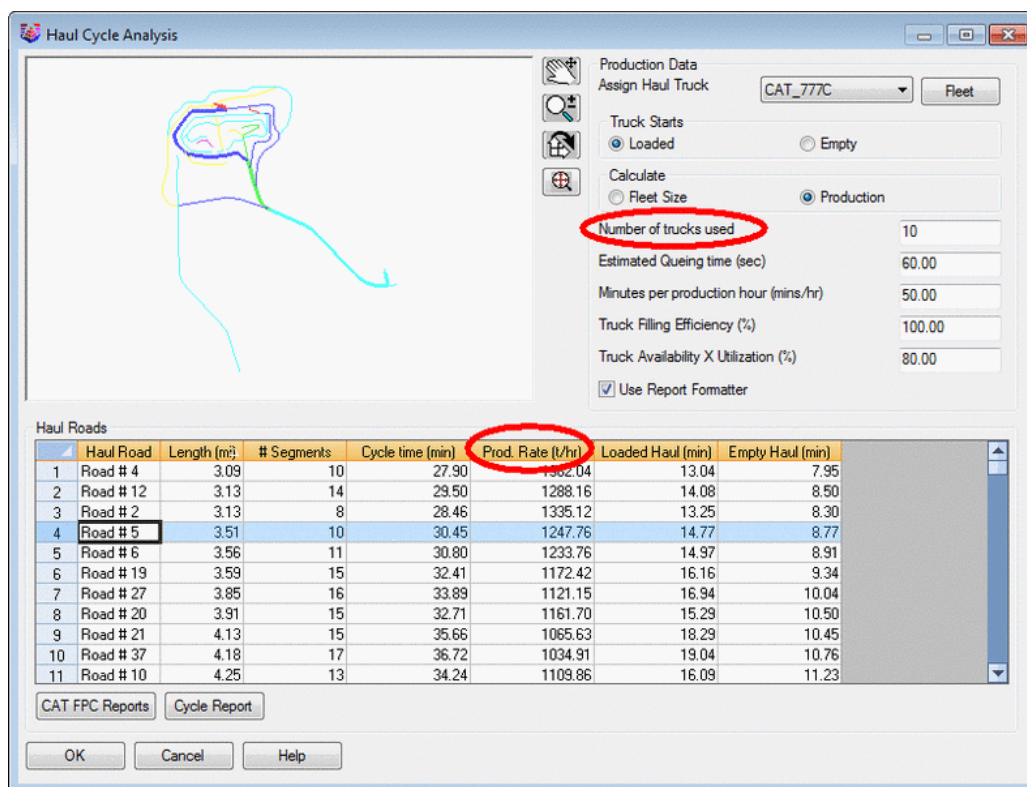
#### 4.1.2 GIS

Další skupinou softwarů, se kterými jsem se setkal jsou programy, které umí graficky zobrazit geografická data a zároveň s těmito daty umí provést analýzu, díky které se dá zjistit na základě stávajících dat nějaká nová potřebná, zajímavá informace. Tato skupina programů se obecně nazývá Geografické informační systémy, zkráceně GIS. Můžeme se setkat s pojmy jako městský informační systém MIS a podobně. Na půdě Vysoké školy Báňské jsem se seznámil se skupinou programů ArcGIS, které v práci dále využívám a také je možné využít jiné programy, příkladem může být systém GRASS, který je podle dostupných informací nabízen, jako svobodný software, vyvíjený na vysoké profesionální úrovni. Jednou ze základních úloh tohoto systému je rozlišování ploch stejných vlastností, například stejné grafické barevné označení svahů orientovaných určitým světovým směrem, nebo vybarvení ploch, nacházejících se pod, či nad určitou úrovní (zatopení oblasti).

#### 4.1.3 Simulační software

Třetí skupinou softwarů, se kterými je možné se v oblasti studia technologických procesů setkat jsou programy, které umožní popsat technologický proces. Tento technologický proces může být znázorněn jednoduše schematicky, nebo i precizně s důrazem na detail, ale podstatou je vždy to, že program ukazuje, jak technologický proces funguje, případně jak se jednotlivé prvky v rámci technologického procesu plní, pohybují, vyprazdňují. Mohou také sledovat pohyb materiálu, v našem případě těživa, jeho úpravu a obecně usnadňují přehled toho, kolik materiálu se v dané chvíli na lince nachází a kde jsou

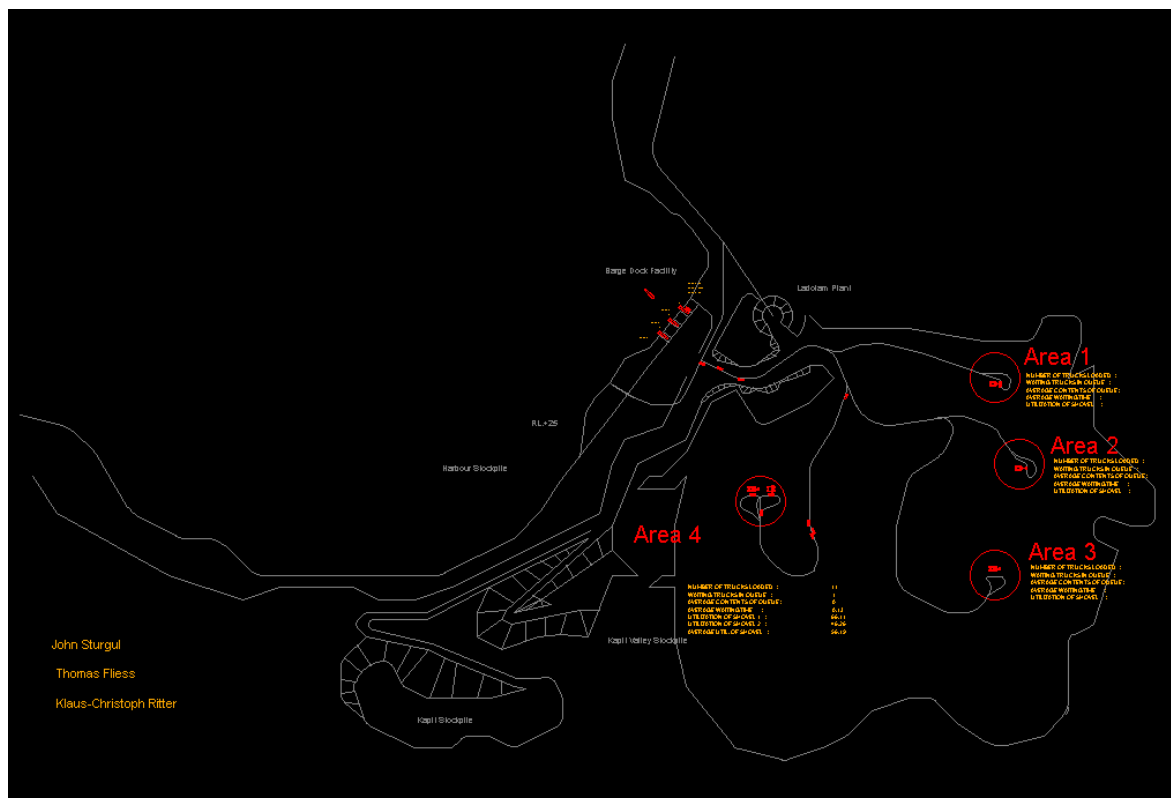
kritická místa, která komplikují těžbu, nebo zvyšují náklady na těžbu. Před nástupem výpočetní techniky existovalo velké množství metod, které umožňovaly analyzovat v oblasti řízení procesů kritická místa. Můžeme se setkat s metodami Metoda kritické cesty, sestavování Grafikonů pro potřeby dopravy materiálu po železnici a podobně. Dnes existuje nepřehledné množství jednoduchých i složitých počítačových systémů, které umožňují analyzovat tyto procesy a simulovat je jak staticky, tak i dynamicky. Jedním z příkladů je PowerSIM (VenSIM), který umí dynamicky modelovat jak Cash Flow podniku, tak i pohyb těživa po provozovně. Z oblasti těžby nerostných surovin bych chtěl uvést jako příklad program firmy Caterpillar, který se jmenuje FPC (obrázek č. 14), a který pomůže analyzovat možnosti vozového parku (nakládací a dopravní stroje), nebo program Proof (obrázek č.15), jenž vytváří časově závislou simulaci pohybu nakládacích a dopravních strojů a také umožňuje zobrazit objem natěžených hmot jednotlivými stroji a počty cyklů strojů zúčastňujících se technologického procesu při těžbě užitkového nerostu. Vzhledem k náročnosti, která souvisí s vytvářením uvedených simulací je vývoj moderních komplikovanějších simulačních softwarů finančně náročný, proto je obtížné tyto programy získat a seznámit se podrobněji s jejich vlastnostmi. Programy, které uvádím byly vyvinuty před poměrně dlouhou dobou, ale principiálně mohou plnit uvedený úkol.



Obrázek 14: Uživatelské prostředí softwaru FPC [36]



Na obrázku č. 14 je předvedeno uživatelské prostředí softwaru firmy Caterpillar, na kterém je momentálně viditelná fáze nastavování dopravy. Obrázek pochází z novější verze, starší pracovaly na systému DOS.



**Obrázek 15:** Ukázka použití programu Proof [35]

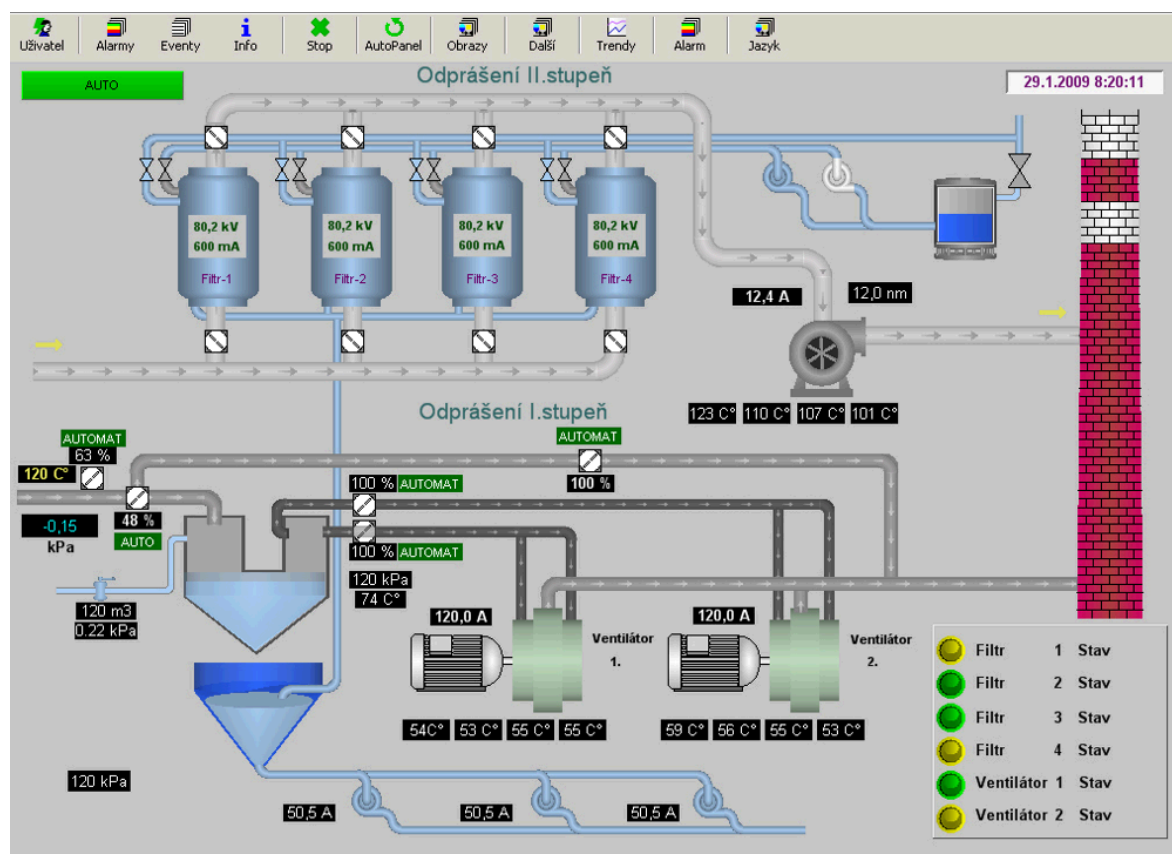
Na obrázku č. 15 je vidět vzhled simulačního programu Proof. Červené oblasti označené „Area“ 1-4 jsou místa, kde probíhá těžba. Šedými čarami jsou znázorněny dráhy dopravních strojů a samotné dopravní stroje představují drobné červené obdélníky. Cílová destinace pro dopravní stroje je umístěna v horní části obrázku, uprostřed (přístav).

Obrázky č. 14 a 15, softwarů FPC a Proof, jsem zde přiložil a popsal z důvodu, že jsem se s těmito softwary setkal a mohl se okrajově seznámit s uživatelským prostředím.

#### 4.1.4 SCADA systémy

Velmi důležitou skupinou softwarů jsou systémy skupiny SCADA. Mezi tyto systémy patří PROMOTIC (obrázek č. 16), InTouch, využívané jako vizualizační nástroj dat získávaných z čidel umístěných na technologických linkách a umožňující vypínání, zapínání, ovládání dílčích prvků technologického procesu (např. ventilů). Často se můžeme na dispečincích hlubinných i povrchových dolů v kabinách velkorypadel, na velínech úpraven setkat s monitory, které schematicky zobrazují výrobní prvky, umožňující

v reálném čase kontrolovat výrobu a vyhodnocovat kritické situace. Za model technologického procesu je možné považovat i tento systém, nicméně neslouží k projekční činnosti tak, jako předchozí 3 kategorie programů, naopak využívá toho, co předchozí softwary vymodelují a analýzou zjistí.



Obrázek 16: Vzhled programu Promotic [37]

Idealisticky by bylo možné předpokládat, že by bylo výhodné tyto systémy spojit v jeden komplexní systém, ale praxe ukazuje, že komplexní systémy jsou velmi drahé, náročně na vysoce kvalifikovanou obsluhu a mohou se tedy uplatnit jen ve firmách, které jsou ochotny věnovat velké investiční prostředky do těchto systémů.

## 5 VYTVOŘENÍ MODELU

### 5.1 Aplikovaný software

Aby mohl být splněn cíl mé bakalářské práce, rozhodl jsem se využít k vizualizaci prostředky GIS (viz kapitola 4.1.3), konkrétně software ArcGIS, který je k dispozici na naší univerzitě. V následujícím textu chci popsat funkce programu tak, aby bylo jasné, jaké jsou jeho základní možnosti.

#### *ESRI*

Společnost ESRI je mezinárodním dodavatelem a producentem velmi rozšířeného systému GIS (Geographic information system). Již od prvopočátku svého působení v Kalifornii v sedmdesátých letech se zabývala poradenskými záležitostmi v oblasti půdy a jejího využití [11].

Mezi hlavní a základní úkoly Systému GIS patří analýza, práce s prostorovými daty a správa geodatabáze, tedy soubor dat, který vytváří objekty v geometrickém prostoru. Jedná se o data dvou i tří rozměrná [12].

#### *ArcGIS*

Podsystem ArcGIS můžeme v podstatě nazvat jako sadu produktů, které slouží k tvorbě, analýze a vizualizaci prostorových dat. Na základě těchto operací můžeme sestavit geografický informační systém. Nespornou výhodou je kompatibilita s ostatními softwary, to znamená, že ArcGIS je schopen pracovat například s daty AutoCAD. Můžeme ho rozdělit dle počtu rozšíření, která obsahuje, na tři verze (licence):

Basic – Základní verze obsahující ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox a ModelBuilder.

Standart – Oproti základní verzi je doplněn o další nástroje k tvorbě metadat a editaci geografických dat. Disponuje také pokročilejšími možnostmi v oblasti kartografických nástrojů a administraci geodatabáze.

Advanced – Jak již z uspořádání vyplývá, jedná se o typ licence, který zahrnuje veškeré funkce předchozích dvou verzí, a navíc je doplněn o další funkce ArcToolboxu, prostřednictvím kterých jsou uživatelé schopni editovat data na velmi pokročilé úrovni.

Nejrozšířenějším nástrojem ArcGIS je ArcMap, se kterým se setkáme ve všech třech druzích licence. Jeho aplikací získáme vizualizované prostředí geodat. Dále pak umožňuje drobnější zásahy v podobě doplňujících mapových prvků [13].

K vypracování mé bakalářské práce mi byl poskytnut systém ArcGIS se školní licenci, získanou od vedoucího mé práce. Školní licence je typu Advanced, tedy nejbohatší balíček nástrojů pro následnou editaci. Verzi programu jsme zvolili jednu z posledních, a sice ArcGIS for Desktop, verze: 10.3.0.4322, obsahující ArcCatalog, ArcGlobe a ArcScene.

### *Google SketchUp*

Dalším softwarem, který jsem použil ve své práci, je 3D modelovací program firmy Google – SketchUp. Uživatelské prostředí tohoto 3D vizualizačního softwaru je založeno na principu tvorby 3D obrazců pomocí nástroje „Tužka“, stejně jako kdybychom prováděli fyzicky kresbu na papír. Složitější tvary je pak možno tvořit pomocí šablon, tedy již předvolených obrazců. Třetí nejpoužívanější funkcí, hned po šablonách a tužce, je nástroj zvaný „Tah/Tlak“. Pomocí něj docílíme přeměny 2D objektu v objekt 3D [14]. Se znalostí těchto základních třech funkcí jsem schopen tvořit 3D model třídicí linky, který zasadím do vymodelovaného reliéfu krajiny.

SketchUp, stejně jako například AutoCAD má k dispozici internetové uložení „Warehouse“, které slouží k ukládání nejrozličnějších hotových 3D modelů jednotlivých uživatelů. Některé modely, díky své náročnosti, mohou být zpoplatněny. Modely jsou také kompatibilní s novějšími i staršími verzemi SketchUp. Stejně jako v případě systému ArcGIS je software Google rozdělen dle počtu funkcí na verze pro začátečníky, středně pokročilé a úplně profesionály, jež ho mohou využít k tvorbě v oblasti architektury. Verze „Pro“ tak na rozdíl od předchozích nabízí například vložení vlastních textur materiálů (bitmap) a není nutno se tak omezovat s těmi základními.

K vypracování mé práce jsem využil Google SketchUp, verzi „Free“ z roku 2015 z toho důvodu, že jsem s ní již dříve pracoval a znám tak celé uživatelské prostředí. Z důvodu, že modeluji pouze třídicí linku, je verze „Free“ dostačující. Rozšířené funkce k tomuto modelu nevyužiji. Základní programové textury na vytvořené části jsou poněkud omezené, ale pouze v kategorii foto-textur.

## 5.2 Použitá data

K samotnému vypracování modelu krajiny, okolí pískovny Závada, bylo nutno si opatřit poměrně rozsáhlou skupinu dat z různých zdrojů, bez kterých bych nemohl začít na modelu pracovat. Důležité bylo, aby poskytnutá data byla v potřebných formátech. Při výběru dat na Geoportálu se musí postupovat obezřetně a důkladně si zkontrolovat jejich správnost. Vzhledem k počtu žadatelů se může stát, že zpracování požadavku bude trvat delší dobu.

### *Data firmy*

Mezi tu jednodušší část patří data, která mi byla poskytnuta Ing. Semelou, toho času zastávajícím funkci hlavního důlního měřiče společnosti Kamenolomy ČR s.r.o. K dispozici jsem měl důlně-měřickou dokumentaci obsahující podrobnou provozní důlní mapu v měřítku 1:2000. Velmi podrobná a barevná důlní mapa mi posloužila k orientaci v prostorech samotné provozovny, přičemž jsou na ní vynesena jednotlivá katastrální území, ve kterých pak přesné polohy bloků zásob, vrtů, skládky hotových materiálů a nakonec umístění samotné mobilní úpravný k 19.12.2016. Dalšími nezbytnými informacemi, které mnou byly použity při tvorbě terénu jsou vrstevnice a výškové body.

Celkem jsem získal 4 soubory ve formátech .DGN, .DXF, .PDF a .VYK. První dva soubory jsem využil pro importování dat do základní vytvořené mapy v softwaru GIS. Soubor PDF posloužil k výše zmíněné orientaci v prostorech a poslední soubor jsem v mém případě nevyužil. Jedná se totiž o soubor českého softwaru KOKEŠ, pro tvorbu vektorových map, který není kompatibilní s použitým softwarem ArcGIS.

### *Data Zeměměřického úřadu*

Druhou skupinou dat nutných k modelování jsou soubory poskytnuté Zeměměřickým úřadem v Praze, prostřednictvím Geoportálu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). Tomuto kroku předchází registrace na portálu a výběr jednotlivých map, vložení do košíku a v neposlední řadě jejich koupě. Při registraci jsem zvolil možnost „diplomant“, díky které nejsou mapy pro studenty, využívající je ke své bakalářské, diplomové, či semestrální práci, zpoplatněny. Zcela posledním krokem pro získání dat je podání žádosti, ve které jsem se zavázal, že data použiju pouze ke zpracování své vlastní práce a poté tato data vymažu ze všech svých uložišť a médií. Tato data mohu

prezentovat na internetu, ale musím zajistit znemožnění stažení rastrového souboru. Samozřejmě je, že objednané mapové soubory nesmím předat třetím osobám.

Mezi objednané položky patřily:

- Geonames
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10
  - Formát: SHP (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 27.6.2017

Soubor prostorových a popisných informací, o standardizovaných geografických jménech [15].

- ZM 10 – barevná
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Čtverec ZM 10 (2x2 km)
  - Formát: TIFF (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 1.9.2017

Základní bežešvá mapa v měřítku 1:10 000 vyhotovovaná digitální technologií ze základní báze geografických dat. Jedná se o rastr s hloubkou barev 24 bit při 800 dpi rozlišení [16].

- Vektorová data nové podoby SM 5
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list SM 5 (2,5x2 km)
  - Formát: DGN (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 6.12.2017

Nová podoba státní mapy v měřítku 1:5 000 ve vektorové formě. Obsahuje polohopis, katastrální mapu, výškopis a Geonames [17].

- Vektorová data výškopisné složky SM 5

- Typ: Digitální data
- Jednotka: Mapový list SM 5 (2,5x2 km)
- Formát: DXF (v souřadnicovém systému JTSK)
- Poslední aktualizace: 13.12.2017

Tato vektorová výškopisná složka je tvořena vektorovým souborem vrstevnic. Aktualizace této složky se již neprovádí. Od roku 2011 je poskytována výše zmíněná „nová podoba SM 5“ [18].

- Vektorová data katastrální složky SM 5
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list SM 5 (2x2,5 km)
  - Formát: DGN7 (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 13.12.2007

Tvořena katastrální mapou, popřípadě katastrální mapou digitalizovanou, ale stejně jako v případě Vektorových dat výškopisné složky je poskytována v inovované podobě „SM 5 nová podoba“ [19].

- ZABAGED® - polohopis
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10 Bod
  - Formát: SHP (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 13.4.2018

ZABAGED – Základní báze geografických dat České republiky je geografický model v digitální podobě. V dnešní době je tvořen 119 typy různých geografických objektů, mezi které patří například komunikace, územní jednotky, vodstvo, popřípadě vybrané geodetické body. Obsahuje kvalitativní a kvantitativní informace o těchto objektech [20].

- Ortofoto ČR
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ORTOFOTO (2,5x2 km)

- Formát: JPG (v souřadnicovém systému JTSK)
- Poslední aktualizace: 27.6.2017

Periodicky aktualizovaná sada leteckých měřičských snímků. V dnešní době je fotografováno s velikostí pixelu 20 cm, přičemž jsou tyto snímky pořizovány digitálními kamerami. S těmito možnostmi je docíleno vysoké kvality tohoto produktu [21].

- Digitální model povrchu ČR 1. generace (DMP 1G)
  - Typ: Digitální mapa
  - Jednotka: Mapový list SM 5 (2,5x2 km) DMP 1G PB
  - Formát: TXT (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 1.9.2017

Tento model 1. generace povrchu České republiky zobrazuje území ve formě nepravidelné sítě výškových bodů. Vznikl v letech 2009 – 2013 pomocí leteckého, laserového skenování výškopisu [22].

- Digitální model reliéfu ČR 5. generace (DMR 5G)
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list SM 5 (2,5x2 km) DMR 5G PB
  - Formát: TXT (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 1.9.2017

Představuje zobrazení přirozeného, nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru v podobě nepravidelné trojúhelníkové sítě. Souřadnice jsou značeny jako X, Y a H, kde H znamená nadmořská výška. Využívá se pro tvorbu vrstevnic na mapách větších měřítek a také při počítačové vizualizaci výškopisu [23].

- Digitální model reliéfu ČR 4. generace (DMR 4G)
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list SM 5 (2,5x2 km) DMR 4G PB
  - Formát: TXT (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 1.9.2017



Na rozdíl od reliéfu 5. generace se tento model zabývá analýzou terénních poměrů, jako jsou například rozsáhlé dopravní a vodohospodářské záměry [24].

- ZABAGED® - Výškopis grid 10x10 m
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10 pro ZBG GRID10
  - Formát: TXT (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 12.9.2017

Vyplývá z modelu ZABAGED a jeho digitální model doplňuje o podobu pravidelné mříže 10x10 m z bodů zobrazenými trojrozměrně [25].

- ZABAGED® - Výškopis 3D vrstevnice
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10 pro ZBG výškopis BOD
  - Formát: DXF (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 1.9.2017

Je tvořen základním intervalem vrstevnic po 5,2 nebo 1 m, přičemž závisí na struktuře terénu. Tento soubor doplňují další prvky, jako jsou hrany a body [26].

Po důkladné kontrole a analýze získaných produktů Zeměměřického úřadu jsem usoudil, že provedu aktualizaci objednávky a doobjednám následující produkty. Tento krok jsem učinil z důvodu možné nekompatibility výškopisu v použitém softwaru.

- ZABAGED® - Výškopis grid 10x10 m
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10 pro ZBG GRID10
  - Formát: SHP (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 12.9.2014

Produkt doobjednán v jiném formátu zvaném Shapefile (SHP). Jedná se o datový formát geografických informačních systémů GIS. Na rozdíl od ostatních formátů jeho výhoda spočívá v možné úpravě a také rychlejšímu vykreslování [27].

- ZABAGED® - Výškopis 3D vrstevnice
  - Typ: Digitální data
  - Jednotka: Mapový list ZM 10 pro ZBG výškopis BOD
  - Formát: SHP (v souřadnicovém systému JTSK)
  - Poslední aktualizace: 12.9.2014

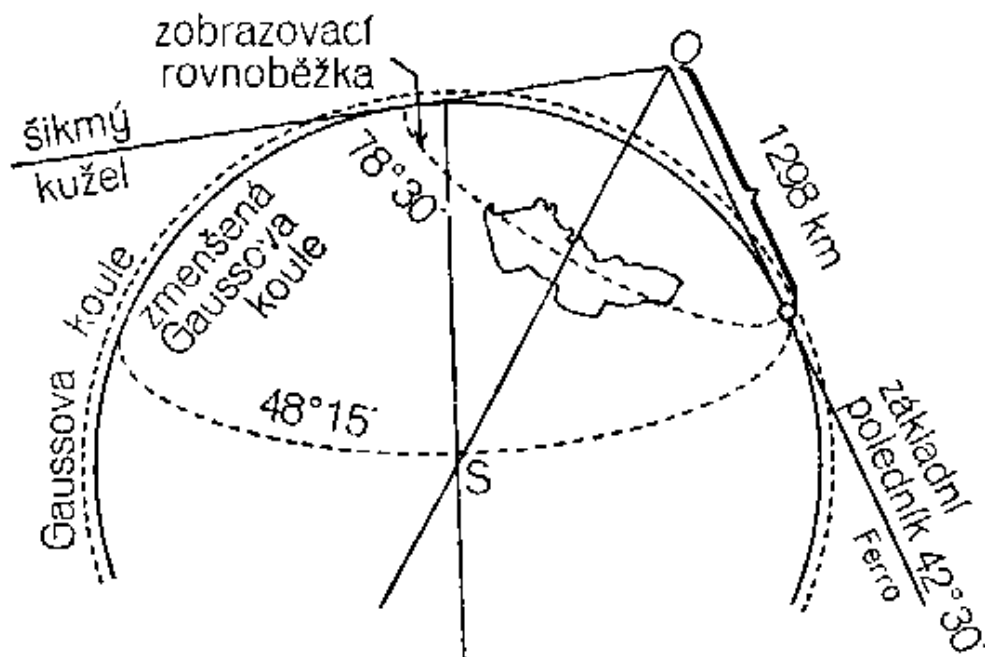
Obdobně jako v předchozím případě jsem zvolil pouze jiný formát.

### 5.3 Příprava softwaru

Ihned po spuštění ArcMap je třeba přistoupit k několika krokům, bez kterých není možno začít import dat a následně pokračovat v tvorbě reliéfu. Přes kartu Customize (Přizpůsobení) jsem musel v položce Extensions (Rozšíření) manuálně zapnout funkci 3D Analyst. Ve stejné kartě, pouze v položce Toolbars (Panely nástrojů) se musí uvést doplněk 3D Analyst do chodu. Následně se zobrazil panel, prostřednictvím kterého jsem mohl doplněk ovládat. Před nahráním dat jsem musel nastavit správný jednotný souřadnicový systém, pro jejich bezproblémové zobrazení.

#### *Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)*

Systém vyplývá z Besselova elipsoidu (obrázek č. 17) a byl navržen českým geodetem Josefem Křovákem v roce 1922. Umístěním kužele do obecné polohy k referenční kouli bylo dosaženo správného zobrazení území a oproti původním 42 cm/1 km zkreslení se dosáhlo zkreslení pouhých 24 cm/1 km. Následnými úpravami velikosti koule, respektive jejím zmenšením se délkové zkreslení pohyboval mezi hodnotami -10 až 13 cm/1 km.



Obrázek 17: Schéma zobrazení podle J. Křováka [31]

V tomto případě je Ypsilonová osa vždy směřována na západ a je kolmá k ose X. Republika tak byla zobrazena prvním kvadrantem, tudíž hodnoty X a Y musí být vždy kladné.

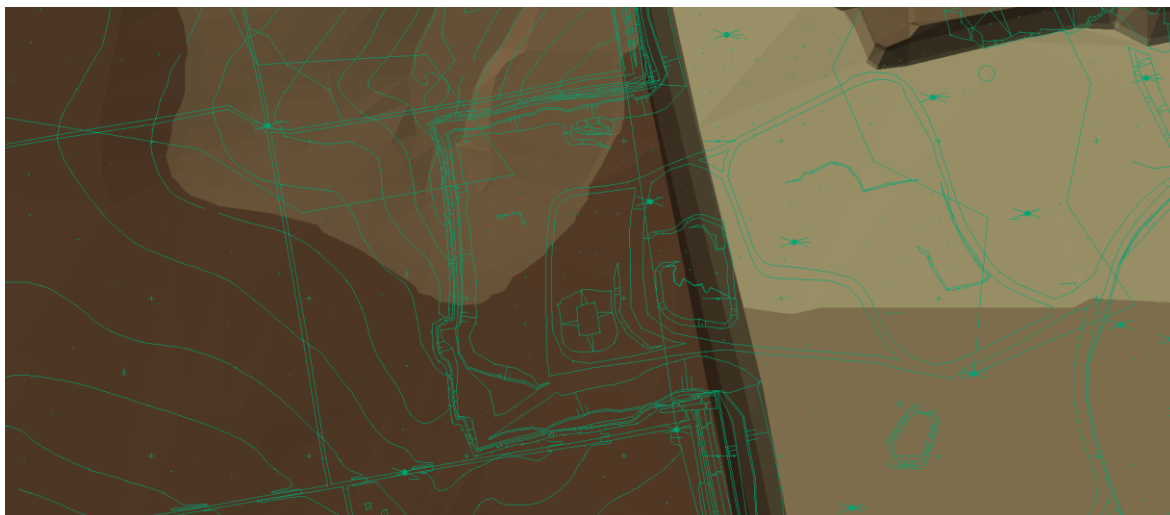
Dle nařízení vlády je při geodetických operacích, na území České republiky, povinnost užít tohoto jednotného systému při kartografickém zobrazení [31].

#### *Postup zpracování dat*

V této části se dostáváme k popisu metodiky softwaru ArcGIS. Abychom mohli svá data importovat, vytvoříme prázdnou mapu pojmenovanou „!Zabaged“. Tuto nově vzniklou mapu jsem rozčlenil na 13 jednotlivých vrstev a utvořil strukturu. Každá z těchto vrstev má jméno dle typů získaných dat. V této fázi je dobré si celý postup uložit, což jsem také provedl. Jméno souboru jsem zvolil „podkladova\_mapa\_01.mxd“.

Struktura je koncipována tak, aby se ve spodní části nacházely vrstvy, které nejsou průhledné, tedy rastrové vrstvy „Ortofoto“ a „ZM 10“. Nyní jsem se odebral k přidělení souborů Zeměměřického úřadu a důlního měřiče společnosti. Přidělená data jsem zkontroloval, analyzoval a označil je jako správná. Po důkladnějším prozkoumání celistvosti objednaných dat, bylo možno tato vhodná data použít.

Kontrolou musely projít i data poskytnuté důlním měřičem. Po zobrazení těchto dat byla zjištěna absence výškových bodů a také byla objevena neshoda mezi daty obou zdrojů (obrázek č. 18). Poskytnutá data Zeměměřickým úřadem se lišila od dat důlního měřiče z důvodu jejich neaktuálnosti. Postup těžby v pískovně pokročil a nebyl tak zaznamenán na výškopisech. K vytvoření nejaktuálnější krajiny jsem postupoval tak, že jsem zkombinoval výšková data obou zdrojů.



*Obrázek 18:* Rozdíl dat [autor]

Na obrázku č. 18 je evidentní rozchod dat výškových bodů. Data Zeměměřického úřadu nebyla zřejmě aktuální, a proto se v souboru TIN nezobrazuje již odtěžená část. Odtěženou část jsem zvýraznil pomocí zapnutí vrstvy „linie“.

Výškové body jsem se rozhodl manuálně zpracovat následujícím postupem. Otevřením vrstvy „Data\_lom“, kde se nachází důlně-měřická digitální dokumentace, začneme exportovat části souboru DXF jako nové vrstvy. Tyto vrstvy jsem pojmenoval „Body“ a „Linie“, přičemž, jak už název vypovídá, jsem oddělil linie od bodů bez výšek. Tyto dvě části se nyní daly zobrazit jednotlivě a při zapnutí vrstvy „Body“ a také vrstvy „Annotation“ (popisky) v souboru DXF, jsou na prázdné mapě viditelné body s hodnotou nadmořské výšky. Mapa lomu se celkem skládala z 6 500 bodů, ke kterým bylo nutno ručně dopsat hodnotu nadmořské výšky, zobrazené v jeho blízkosti nebo na nejbližší vrstevnici. Tato operace proběhla otevřením atributové tabulky, ve které jsem vytvořil nové atributové pole (sloupec) s názvem „Z“ – nadmořská výška. Hodnota nadmořské výšky je definována počtem znaků (Precision) a počtem desetinných míst (Scale).

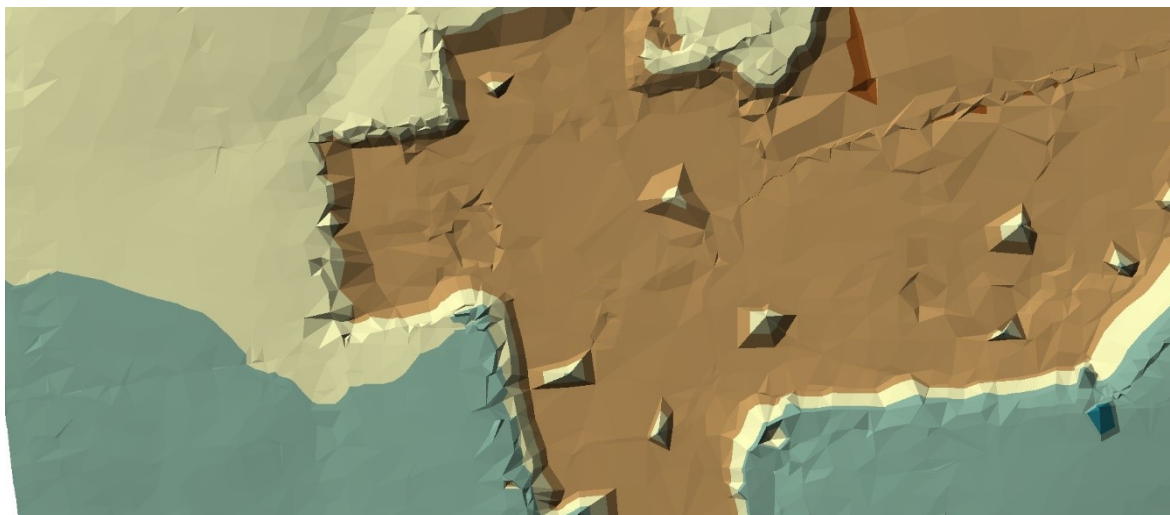
Při provádění úprav jednotlivých vrstev se nesmí opomenout zapnutí editoru. Ten se spouští zvlášť a bez jeho běhu nejsou žádné změny aplikovány. Po dokončení úprav se musí editor vypnout a v jeho možnostech zvolit „Save Edits“, pro uložení dosavadního postupu editace.

#### 5.4 Tvorba 3D krajiny

V této fázi jsem s veškerými potřebnými daty mohl vytvářet triangulační síť, která tvoří samotný reliéf. Soubor TIN (Triangulated Irregular Networks Data) je v tomto případě nosičem hodnot os XYZ a souřadnicových hodnot. Zapnutím „ArcToolbox“ podkategorii „3D Analyst tools“ rozbalíme řádek „Data Management“ a v něm „TIN“. Tímto se dostáváme do rozhraní, kde můžeme spravovat, jakkoliv pracovat s triangulační sítí, ale hlavně ji vytvořit. Funkce „Create TIN“ otevírá tabulku, kde je nutno uvést základní informace pro tvorbu sítě. V první řadě cíl umístění souboru TIN (Output TIN). V dalším řádku správně nastavit koordinační systém (Coordinate system), v mém případě systém S - JTSK, který se nachází ve složce „Projected Coordinate Systems“, následně „National Grids“, poté „Europe“. V nabídce můžeme vidět tyto systémy celkem 4. Dvěma z nich, označených „Ferro“ nemusíme věnovat pozornost, avšak zbývajícím dvěma ano. S-JTSK „Ferro“ je modifikovanou verzí určenou pro Slovenskou republiku.

Nyní je potřeba zjistit, v jakém systému máme poskytnutá data. Pravým kliknutím na vrstvy a zvolením položky „Properties“ se zobrazí souřadnicový systém dat a ten následně vybrat při tvorbě TIN. Volím možnost „S-JTSK Krovak NorthEast“, čímž si zajišťuji plnou kompatibilitu a správné zobrazení. Výběr druhé možnosti bez dodatku „NorthEast“ je možný, ale není zaručeno správné zobrazení a kompatibilita. Posledním krokem, dělícím mě od vytvoření reliéfu je zvolení výchozích souborů, ze kterých bude software čerpat informace o bodech. Doplnuji soubory „shapefile“ z rozšířené objednávky a po potvrzení se zobrazuje prototyp reliéfu.

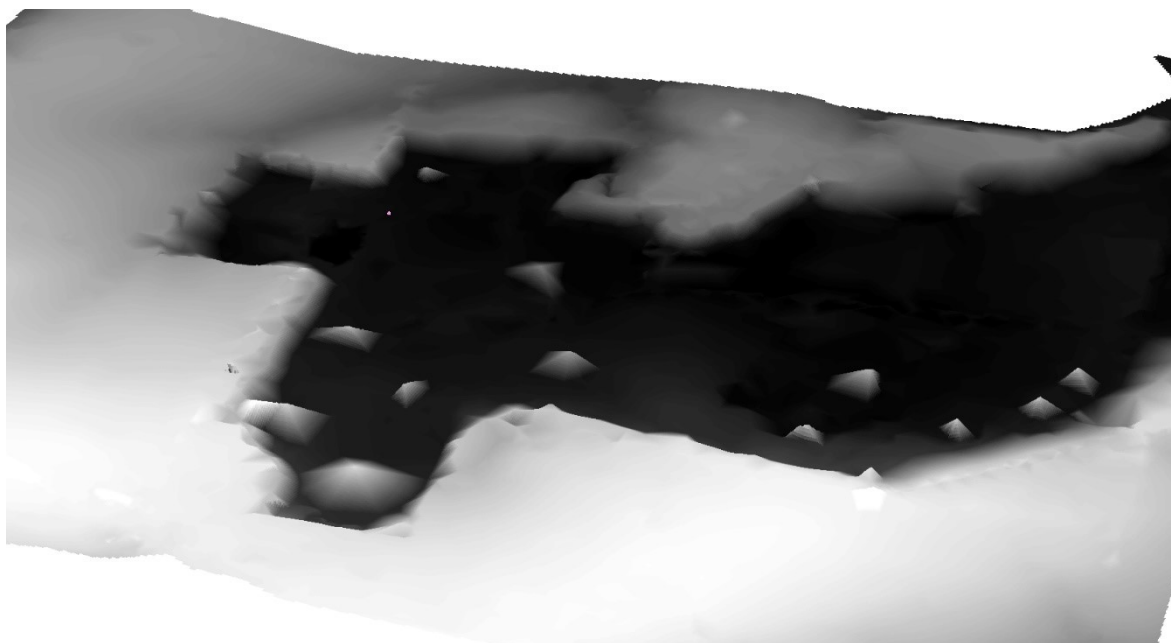
Mezi vrstvami (Layers) se zobrazuje soubor TIN, který přes jeho vlastnosti upravíme. V kartě „Symbology“ předěláme základní reliéf do přehlednější podoby. Volbou řádku „Elevation“ (Nadmořská výška) nastavíme v části „Color ramp“ (Škála barev) přechody barev a ty klasifikujeme. V poli „Classification“ po stisku tlačítka „Classify“ vybereme rozmezí nadmořských výšek, dle kterých bude rozvrhnuta barevná škála. Po splnění těchto úkolů se vytvoří přehledný základní model reliéfu krajiny (obrázek č. 19).



*Obrázek 19:* Základní zobrazení, po úpravě [autor]

Pro další úpravy jsem provedl několik operací, počínaje funkcí „Slope“, díky které byl vygenerován Rastr sklonu svahů, přičemž se musí dodržet správná velikost buňky. Funkce „Aspect“ zase vygenerovala Rastr orientace svahů vůči světovým stranám. Dalším krokem bylo vytvoření povrchu stínovaného „Hillshade“, jenž slouží k zvýraznění svahů vůči výškám. Po zobrazení vrstev souboru výškového rastru a rastru vygenerovaného funkcí „Hillshade“ se vrstvy překrývají. Nastavením transparentnosti „Transparency“, do které vložíme hodnotu 50, tedy 50%, získáme výškový rastr překrytý zprůhledněným rastrem stínovaného povrchu.

V tomto odstavci se ještě vrátím k dřívějším poznatkům, konkrétně jistě neshodě výškových dat mezi oběma zdroji. Aby mohla být krajina co nejpřesnější i s postupem těžby, musel jsem vytvořit novou polygonovou vrstvu nazvanou „oblast\_tezby“. Nastavil jsem správný souřadnicový systém a spustil režim editace pro zakreslení polygonu. Jednodušeji řečeno jsem obkreslil hrany mapy s důlně-měřickou dokumentací a výškovými body, které byly ručně zadávány. Oba oddělené výběry jsem tak pomocí funkce „TIN to Raster“ exportoval jako dva odlišné rastry, které už stačí jen propojit. K tomu mi posloužila další z funkcí – „Append“. Z dvou rastrů nyní získávám jeden s krajinou a aktualizovaným postupem těžby (obrázek č. 20). Po uložení rastru můžeme opustit systém ArcGIS a spustit doplněk ArcScene.



**Obrázek 20:** Finální rastr lomu [autor]

Na obrázcích č. 19 a 20 jsou viditelné chyby při zadávání výškových bodů. Vrcholy drobných světlých výstupků se nenacházejí ve stejné rovině, jako dno lomu. Chyby mohly být způsobeny chybným popiskem na důlně-měřické mapě, nebo pravděpodobnější variantou, přepsáním se. Vzhledem k počtu bodů se to může stát. Tyto odchylky se musí opravit a bodům přiřadit jejich správnou výšku.

#### *ArcScene*

Nyní se dostáváme do finální fáze, a sice přiložení leteckých snímků na doposud vytvořený rastrový model. Volbou operace „Add data“ (Přidat data) nahrajeme rastr vytvořený v ArcGis. Prostým nahráním leteckých fotografií, popřípadě základní mapy ZM 10 z katalogu do vrstev se zobrazí těsně při sobě. Editací fotografií, stisknutím pravého tlačítka a „Properties“ (Vlastnosti) určíme v kartě „Base Heights“ (Výšky základen) jsem vybral možnost „Floating on custom surface“ (Plovoucí na vlastním povrchu) a přes adresář zadal výchozí rastr. Pro ujištění jsem ověřil hodnotu v poli „Layer offset“ (Posuv vrstvy), která se pro úplné zobrazení musí rovnat hodnotě „0“. Potvrzením je zobrazen kompletní model reliéfu s leteckou fotografií, která se prolíná skrze černobílý rastr, proto ho stačí odebrat z aktuálně zobrazených vrstev. Po přiblížení mapy zjišťuji, že výsledná kvalita zobrazení leteckého Ortofoto se nerovná jeho kvalitě, kterou má. V „Properties“ (Vlastnosti) jednotlivých foto snímků navštívíme kartu „Rendering“ (Renderování) a v poli „Effects“ (Efekty) zaškrtneme „Shade areal features realitve to the scene’s light position“ (Závislost



prostorových odstínů na poloze světla scény). Možnost „Use smooth shading if possible“ (Pokud možno, použít hladké stínování) s hodnotou „10“ a v poli „Optimize“ (Přizpůsobení) dáme oba posuvníky, „Quality enhancemet for raster images“ (Zvýšení kvality rastrových obrázků) a „Minimum transparency treshold“ (Minimální mez průhlednosti), na stranu „High“ (Vysoké). Viz obrázek č. 21.



*Obrázek 21:* Pohled na lom po úpravě letecké fotografie [autor]

## 5.5 Tvorba 3D modelu technologického procesu

Ihned po spuštění modelovacího programu SketchUp, společnosti Google, jsem nastavil s jakými jednotkami bych chtěl pracovat. Volbu kategorie metrických jednotek jsem ještě upřesnil výběrem, základní jednotky, jednoho centimetru. Vzhledem k velikosti třídicí linky mi tato možnost přišla jako nejideálnější.

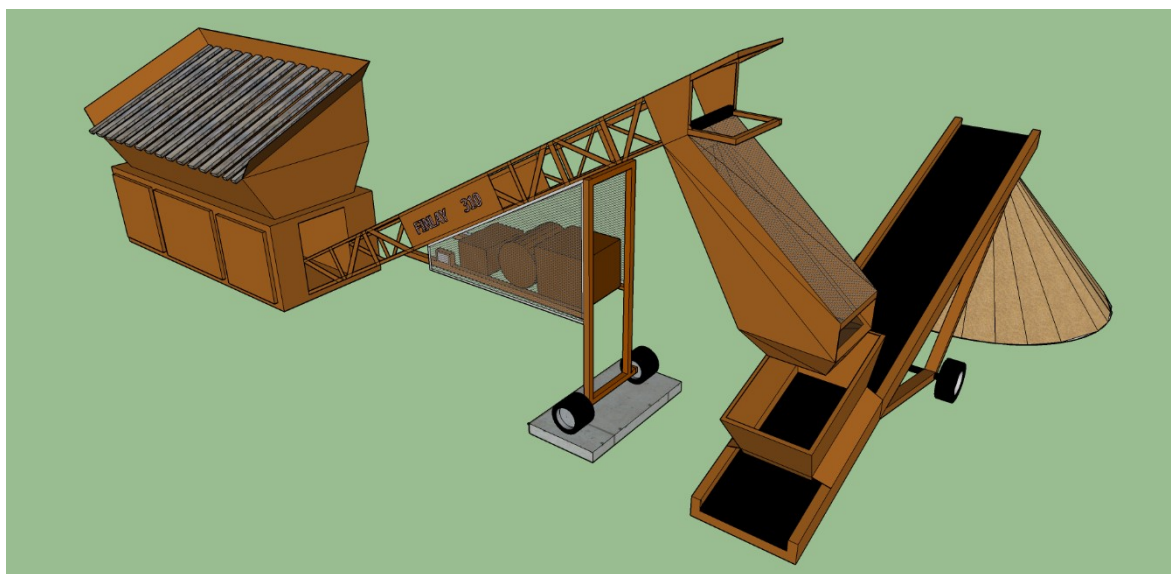
Po shlédnutí naměřených dat skutečné linky jsem funkcí „Tape measure tool“ (Svinovací metr) vynesl pro představu do prázdného modelovacího pole orientační rozměry. Rozměry se zobrazují v podobě bodů, které jsou propojeny lehce viditelnou přerušovanou čarou. Model jsem začal tvořit z místa podvozku vynášecího pásu linky a vůči němu vynesl půdorys násypky. Po dokončení modelu násypky jsem ji musel osadit železným roštem, který brání v pádu valounů a kusů dřev do linky. K vytvoření roštu mi posloužila vrstva obdélníku, na kterou jsem aplikoval texturu „Wooden fence“ (Dřevěný plot). Textura latěk plotu je natolik pravidelná, že mi posloužila jako šablona pro vytvoření pravidelných částí roštu. Po odstranění vrstev naměřených dle plotu, jsem se rozhodl texturu dřevěného plotu



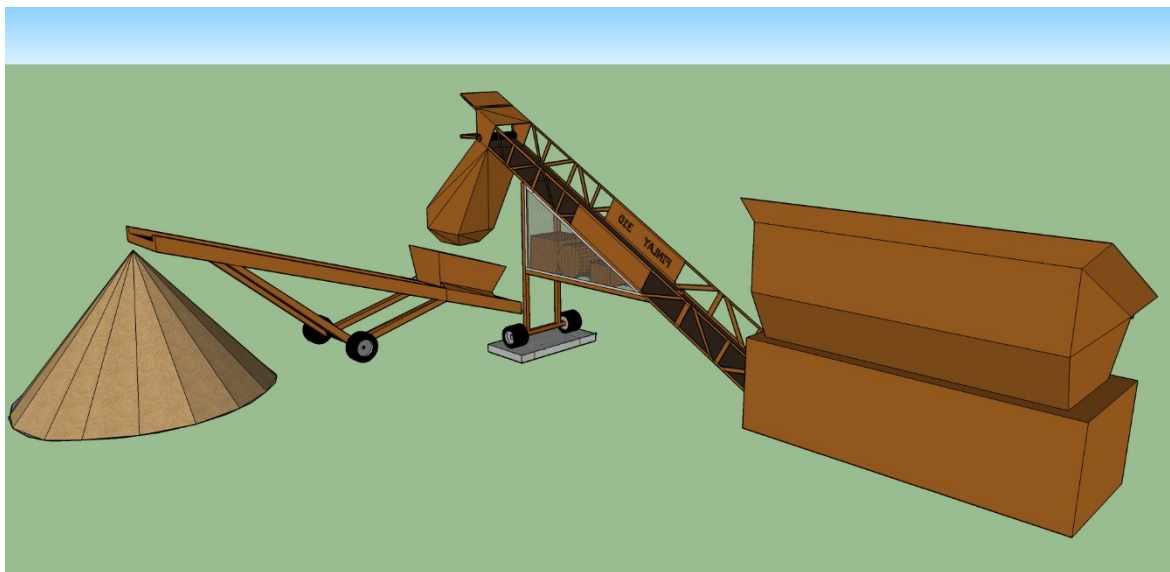
na roštu ponechat. Díky nízké kvalitě imitace dřeva a jeho nepříliš syté barvě se jevila jako zašlý kov.

Dalším krokem bylo modelování vynášecího pásu, pod nímž se nachází pohon linky. Pro věrohodnější vzhled jsem se rozhodl tvarovat příčky pásu ručně. V rámci možností modelovacího programu jsem umístil na vynášecí pás označení výrobce. Následovalo dodání motoru a uzavření ho za bezpečnostní klec. Napojením třídícího segmentu, tedy části osazené pleteným ochranným sítím a sítím harfovým, mi zbýval už jen poslední pás linky. Ten zde slouží k transportu přetříděného písku na hromadu ve tvaru kužele.

Linku jsem obohatil o nejrůznější detaily, jako například již zmíněnou ochrannou klec pohonu, označení výrobce a propracovaný třídící segment s názorně zobrazenými sítí. Při tvorbě jsem se snažil zachovat co nejpřesnější rozměry a celkový vjem z procesu třídění, proto je také linka umístěna na betonovém základu s texturou betonových panelů (obrázek č. 22 a 23).



*Obrázek 22:* Finální podoba třídící linky [autor]

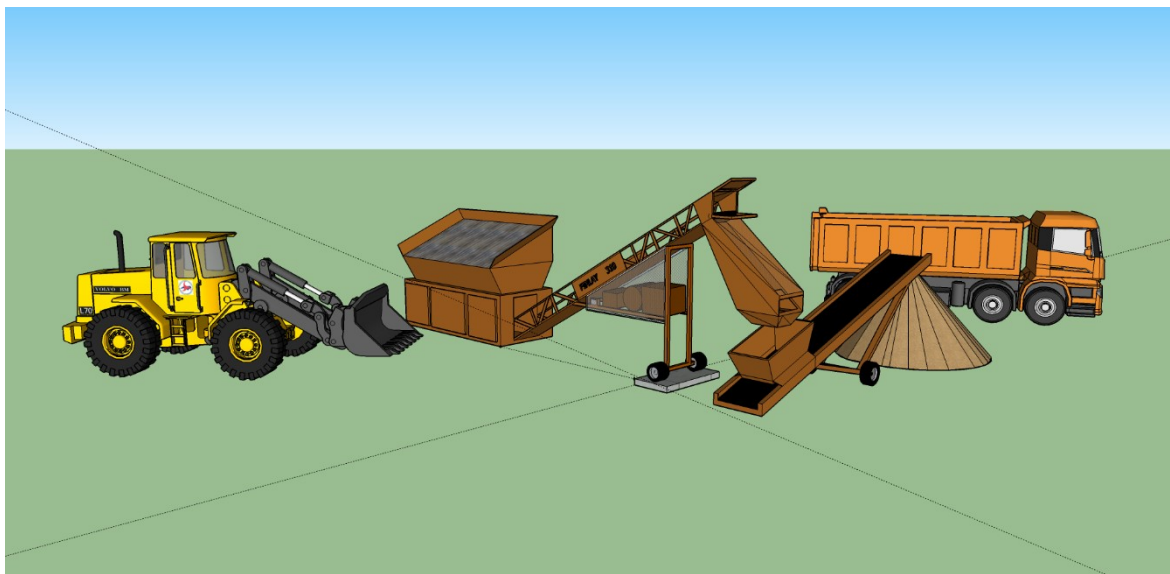


**Obrázek 23:** Podoba linky ze zadní strany [autor]

Pro absolutní představu jsem okolí mého modelu doplnil o dva již vyhotovené modely techniky (obrázek č. 24):

a) Model kolového čelního nakladače, autor: Jared W [28], který jsem umístil na levou stranu od linky, přičemž znázorňuje situaci těsně po vsypu netříděného materiálu do násypky a chystá se nakládat tříděný materiál do vozidla zajišťujícího transport.

b) Model čtyřnápravového nákladního vozidla, autor: Solomon T [29], jež je přistaven poblíž hromady s tříděným pískem simuluje dobu čekání mezi naložením hotového materiálu. Po naložení nakladačem je materiál prostřednictvím tohoto vozidla transportován k prodeji.



*Obrázek 24:* Linka s technikou [autor]

Oba modely byly získány na oficiálním internetovém uložišti „3D Warehouse SketchUp“, které je volně přístupné a užití modelů je tak při uvedení autora, povoleno. Jako kompenzaci, že jsem doplnil svůj model linky těmito vozidly, bude můj vlastní model linky nahrán na zmíněné uložišti a bude tak volně přístupný dalším potenciálním modelářům a celé modelářské komunitě SketchUp. Model byl exportován do formátu „SKP“, který ArcScene podporuje.

## 5.6 Propojení modelů

Konečným procesem v této bakalářské práci je sloučení modelů krajiny a technologického procesu. V kategorii „Layers“ (Vrstvy) ArcScene je nutno vytvořit samostatný bod, který jsem musel definovat hodnotami X,Y a Z. Pojmenoval jsem ho jako „bod\_linka“ a při zapnutí jeho viditelnosti se zobrazil v místech, kde bych chtěl, aby linka stála. Polohu jsem volil co nejvíce dle skutečnosti, aby byla linka co nejblíže řezu. Zvolením funkce „ArcToolbox“, následně přes „3D Analyst Tools“, „Conversion a v podkategorii „From file“ (Ze souboru) spustíme variantu „Import 3D files“. Definujeme, zda má systém hledat „Files“ (Data) nebo „Folders“ (Adresáře). V mém případě pouze data, konkrétně jeden soubor s názvem „linka.skp“. Po zvolení výchozího adresáře, kde se bude postup ukládat, upravíme souřadnicový systém opět na S-JTSK EN.

Na výběr máme také kolonku „Y Is Up“, kterou nezaškrtaváme, vložený model by byl vložen osou Y vzhůru. V řádku „Placement points“ (Body umístění) vybereme námi



definovaný „bod\_linka“ a potvrdíme. 3D model se nyní vložil do terénu a je tak vytvořena kompletní vizualizace krajiny, lomu a technologického procesu v něm (obrázek č. 25 a 26).



**Obrázek 25:** Pohled na řez s linkou [autor]



**Obrázek 26:** Pohled na linku ze směru řezu [autor]

## 6 ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ

Vypracování modelu na této úrovni přináší spoustu výhod. Oproti klasickým leteckým fotografiím slouží model jako dokonalejší zobrazení rozlohy lomu, přičemž lze jednoznačně vidět členitost terénu, nebo také výšku řezu v poměru s technikou. Jako další přínos lze bez pochyby zařadit skutečnost, že díky tomuto modelu umíme s terénem pracovat souběžně s postupem těžby a máme tak vždy aktuální zobrazení stavu lomu. Tohle platí i v případě posunu techniky, se kterou můžeme manipulovat a nemusíme u ní být přítomni.

V mém případě šlo o naučení se pracovat s moderními softwary na jednodušším lomu. Z ekonomického hlediska jsem našel způsob při optimální ceně a vytvořil tak přípravu pro použití na větších lomech. Způsob se dá využít z ekonomického hlediska i k výpočtu objemu zásob a přesunu zemin.

Širší využití principu této práce je smysluplnější u větších lomů, nebo uhelných velkolomů. Lze zaznamenávat pohyb svahů, vozidel a vytvořit tak ku příkladu simulaci kontinuální těžby technologického celku. Modely je možno využít i k řešení bezpečnostních školení.

Celková cena by se při takovéto vizualizaci mohla pohybovat v následujících částkách:

Cena neomezených licencí:

Cena licence softwaru ArcGIS Advanced (neomezená): 178 200,- (Kč) [39]

Cena licence softwaru SketchUp 2018 Pro: 16 450,- (Kč) [38]

Cena dat Zeměměřického úřadu:

1. objednávka: 5 698,- (Kč)

2. objednávka: 213,- (Kč)

Do nákladů potencionálního zájemce je nutno započítat náklady vynaložené za práci. V tomto případě nejsem schopen práci profesionála ohodnotit, jelikož nemám představu, jaký čas by na tom strávil.

Vzhledem k stupni orientace v systému GIS jsem celkovému modelu věnoval 17 hodin práce. Při sazbě 500 Kč/hodina bych si tedy účtoval 8 500,- Kč.

Za předpokladu, že bych měl k dispozici již zaplacené a funkční licence, můžu odhadnout, že celková cena modelu, tohoto rozsahu, po součtu obou objednávek dat a ceny práce by byla 14 411,- Kč.

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo přiblížit provoz a vzhled lomu prostřednictvím trojrozměrné vizualizace. Pokládám za velice přínosné, že jsem mohl projít touto cestou, jak vizualizovat uvedená data a podobně. V první části práce jsem představil společnost Kamenolomy ČR a dále se věnoval provozovně Závada. Provedl jsem podrobný popis lokality, na které se provozovna nachází, a ve stejné míře představil v ní probíhající technologické procesy. V následujících částech jsem se věnoval moderním softwarům, které se zabývají modelováním a také řízením technologických procesů. Další část pojednává o mnou aplikovaných softwarech. Použitím softwaru ArcGIS byla ověřována data, přičemž byly mezi nimi zjištěny neshody. Chyby se vyskytovaly v místě řezu, kde nebyl doposud vyměřen aktuální postup těžby. Editací výškových bodů a linií jsem upravil mapové podklady a vytvořil tak tvar krajiny dle poslední dostupné aktuální důlně-měřické dokumentace.

Po vytvoření koncového rastru byly dále opravovány odchylky vzniklé při vynášení výškovek. Následně proběhla analýza celého terénu, při které jsem provedl kontrolu dalších částí, zejména linií. Na vytvořený rastr jsem pomocí ArcScene přenesl leteckou fotografii a vytvořil finální vzhled krajiny. Druhou částí modelování bylo sestavení 3D modelu třídící linky, doplněné o vozidla tak, aby dohromady tento model tvořil jeden technologický celek.

Model linky jsem v dalším kroku importoval do krajiny v ArcScene, umístil k řezu a docílil tak skutečného vzhledu provozovny.

Pokládám pak za velice zajímavé spojit funkce vizualizačního softwaru a simulačního softwaru tak, jako předvádí poměrně již dnes zastaralý program Proof s využitím dnešních moderních nástrojů. Tento úkol ale nebyl cílem mé práce, ale doufám, že tento text by mohl být výchozím podkladem pro zpracování tohoto dalšího úkolu.

Kapitola zhodnocení řešení se věnovala veškerým kalkulacím v celé této práci. Cena modelu, tohoto rozsahu, by se po součtu cen dat a ceny práce, při které jsem určil sazbu 500 Kč/h, ustálila na hodnotě 14 411,- Kč. Tato cena je uvedena za předpokladu, že by byly k dispozici licence obou softwarů, které na základě aktuálních ceníků stojí celkem 194 650,- Kč.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Stručně o společnosti KAMENOLOMY ČR s.r.o |mineral-cesko.com [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <http://www.mineral-cesko.com/cz/>
- [2] Poloha pískovny závada. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-12-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.1585226&y=49.9304529&z=12&source=firm&id=12715727>
- [3] KRYL, Václav. *Povrchové dobývání ložisek*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1997. ISBN 80-7078-396-6
- [4] Hlučínská pahorkatina. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-01-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.0784401&y=49.9723023&z=11&source=area&id=26257>
- [5] RŮŽIČKOVÁ, Eliška. *Kvartérní klastické sedimenty České republiky: struktury a textury hlavních genetických typů*. Praha: Česká geologická služba, 2003. ISBN 80-7075-600-4 [cit. 2018-01-15].
- [6] GODANY, Josef et al. *Pasportizace lomů a přírodního kameniva ČR*. Praha: Česká geologická služba, 2014. [cit. 2018-01-15].
- [7] MACOUN, Jaroslav. *Kvartér Ostravska a Moravské brány*. Praha: Československá akademie věd, 1965 [cit. 2018-03-25].
- [8] KOMATSU EUROPE [online]. Copyright © [cit. 28.01.2018]. Dostupné z: <https://webassets.komatsu.eu/displayBrochure.ashx?id=64734>
- [9] KOMATSU EUROPE [online]. Copyright © [cit. 28.01.2018]. Dostupné z: <https://webassets.komatsu.eu/displayBrochure.ashx?id=89679>
- [10] Müller V. & Semela J.: Provozní důlní mapa: Bohuslavice-Závada. Souřadnicový systém. 1:2000. Ostrava: Kamenolomy ČR s.r.o., 19.12.2016. ev.č. 05-01/03
- [11] About Esri | The Science of Where. [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/about/about-esri>
- [12] CVIS. *CVIS* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=490>
- [13] Základní informace ArcGIS Desktop. GISAK [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: [http://gisak.vsb.cz/pan/cz/up\\_zakladni\\_informace.php](http://gisak.vsb.cz/pan/cz/up_zakladni_informace.php)
- [14] SKETCHUP PRO [online]. Copyright © [cit. 1.04.2018]. Dostupné z: <http://sketchup.cz/wp-content/uploads/2018/03/Produktov%C3%BD-list-SketchUp-Pro.pdf>
- [15] GEOPORTÁL ČUZK |Geonames [online]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(kwqqllpg044idww44kpoauwwl\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&side=Geonames&metadataID=CZ-CUZK-GEONAMES-V&menu=261](http://geoportal.cuzk.cz/(S(kwqqllpg044idww44kpoauwwl))/default.aspx?mode=TextMeta&side=Geonames&metadataID=CZ-CUZK-GEONAMES-V&menu=261)
- [16] GEOPORTÁL ČUZK |Základní mapa ČR 1:10 000 [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(00ivjw5u1c0eienipyn1dnscs\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy10&metadataID=CZ-CUZK-ZM10-RB&mapid=1&head\\_tab=sekce-02-gp&menu=2231](http://geoportal.cuzk.cz/(S(00ivjw5u1c0eienipyn1dnscs))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy10&metadataID=CZ-CUZK-ZM10-RB&mapid=1&head_tab=sekce-02-gp&menu=2231)
- [17] GEOPORTÁL ČUZK |Vektorová data nové podoby Státní mapy v měřítku 1:5 000 [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:



- <http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28tabmovbmrytqly55er4gtc45%29%29/Default.aspx?menu=2220&mode=TextMeta&side=mapy5&metadataID=CZ-CUZK-SM5-V>
- [18] GEOPORTÁL ČUZK |Vektorová data výškopisné složky SM 5 [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
<http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28tabmovbmrytqly55er4gtc45%29%29/Default.aspx?menu=2224&mode=TextMeta&side=mapy5&metadataID=CZ-CUZK-SM5-VV>
- [19] GEOPORTÁL ČUZK |Vektorová data katastrální složky SM 5 [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
<http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28tabmovbmrytqly55er4gtc45%29%29/Default.aspx?menu=2222&mode=TextMeta&side=mapy5&metadataID=CZ-CUZK-SM5-VK>
- [20] GEOPORTÁL ČUZK |Základní báze geografických dat České republiky - polohopis [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(2pybxixqyzimibmnzxxkwtkr\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=zabaged.polohopis&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&productid=63311&mapid=8&menu=241](http://geoportal.cuzk.cz/(S(2pybxixqyzimibmnzxxkwtkr))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=zabaged.polohopis&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&productid=63311&mapid=8&menu=241)
- [21] GEOPORTÁL ČUZK |Ortofoto České republiky [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(ljsz1khfqw3drzgt5n3qsc1s\)\)/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=ortofoto&metadataID=CZ-CUZK-ORTOFOTO-R&mapid=83&menu=231](http://geoportal.cuzk.cz/(S(ljsz1khfqw3drzgt5n3qsc1s))/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=ortofoto&metadataID=CZ-CUZK-ORTOFOTO-R&mapid=83&menu=231)
- [22] GEOPORTÁL ČUZK |Digitální model povrchu České republiky 1. generace [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(4htertzswmpy5cvwywnodc45\)\)/?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMP1G-V&mapid=8&menu=303](http://geoportal.cuzk.cz/(S(4htertzswmpy5cvwywnodc45))/?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMP1G-V&mapid=8&menu=303)
- [23] GEOPORTÁL ČUZK |Digitální model reliéfu České republiky 5. generace [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head\\_tab=sekce-02-gp&menu=302](http://geoportal.cuzk.cz/(S(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302)
- [24] GEOPORTÁL ČUZK |Digitální model reliéfu České republiky 4. generace [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&mapid=8&menu=301](http://geoportal.cuzk.cz/(S(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&mapid=8&menu=301)
- [25] GEOPORTÁL ČUZK |Základní báze geografických dat České republiky – výškopis – grid 1x10 m [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VG&mapid=8&menu=305](http://geoportal.cuzk.cz/(S(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VG&mapid=8&menu=305)
- [26] GEOPORTÁL ČUZK |Základní báze geografických dat České republiky – výškopis – 3D vrstevnice [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z:  
[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VV&mapid=8&menu=304](http://geoportal.cuzk.cz/(S(efwjfk0e1xqacvznhkdnm3le))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VV&mapid=8&menu=304)

- [27] What is a shapefile?—Help | ArcGIS for Desktop. [online]. Copyright © Copyright 2016 Environmental Systems Research Institute, Inc. [cit. 22.04.2018]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- [28] NCDOT Front End Loader | 3D Warehouse. 3D Warehouse [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/uaec09727-55a5-4843-993b-c07c9ba1dd79/NCDOT-Front-End-Loader>
- [29] Tipper/ Dump Truck | 3D Warehouse. 3D Warehouse [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/ub0729501-5a7d-4807-944c-e58d2f5fb9f1/Tipper-Dump-Truck>
- [30] ING. HONKYŠ, P. Technická zpráva k POPD DP Závada - Bohuslavice. Olomouc, 1988.
- [31] Souřadnicové systémy | Tvar zemského tělesa a referenční plochy [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02s03.html>
- [32] PRUŠKA, Jan. *Skripta - Praktická cvičení: Vybrané klasifikace hornin* [online]. Praha, 2009 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: [https://ceg.fsv.cvut.cz/CEG\\_site/o-nas/stola-josef/vyuka/skripta-prakticka-cviceni-v-uef-josef](https://ceg.fsv.cvut.cz/CEG_site/o-nas/stola-josef/vyuka/skripta-prakticka-cviceni-v-uef-josef). Skripta. ČVUT.
- [33] Civil 3D - Home Design 3D . *Home Design 3D & architectural rendering & Civil 3d* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://www.homedesign3d.org/civil-3d/>
- [34] Předplatné aplikace Civil 3D | Zakoupení aplikace Civil 3D 2019 | Autodesk. Autodesk | *Software pro 3D navrhování, projektování a zábavu* [online]. Copyright © 2017 Autodesk, Inc. [cit. 26.04.2018]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/civil-3d/subscribe?referrer=%252Fproducts%252Fcivil-3d%252Foverview&plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- [35] S&A Galerie Magdeburger Animationen. [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/pelo/sa/sa2/gal.php?LNG=2>
- [36] Haul Cycle Analysis. *Carlson Software* [online]. [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: [http://files.carlsonsw.com/mirror/manuals/Carlson\\_2013/source/Surface\\_Mining/Reserves\\_Timing/Haul\\_Cycle\\_Analysis/Haul\\_Cycle\\_Analysis.html](http://files.carlsonsw.com/mirror/manuals/Carlson_2013/source/Surface_Mining/Reserves_Timing/Haul_Cycle_Analysis/Haul_Cycle_Analysis.html)
- [37] SCADA/HMI systém PROMOTIC. [online]. Copyright © MICROSYS, spol. s r. o. [cit. 26.04.2018]. Dostupné z: <https://www.promotic.eu/cz/index.htm>
- [38] CADsys s.r.o. - školení, podpora a prodej systémů SketchUp, V-Ray, Render[in], Artlantis, ArCon, DataCAD. CADsys s.r.o. - školení, podpora a prodej systémů SketchUp, V-Ray, Render[in], Artlantis, ArCon, DataCAD [online]. [cit. 26.04.2018]. Dostupné z: [http://sketchup.cadsys.cz/sketchup\\_cenik.php](http://sketchup.cadsys.cz/sketchup_cenik.php)
- [39] State of Idaho | ESRI Price list. [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: [https://purchasing.idaho.gov/pdf/contracts/GIS/Esri\\_Price\\_list.pdf](https://purchasing.idaho.gov/pdf/contracts/GIS/Esri_Price_list.pdf)
- [40] KEBO, Vladimír a Oldřich KODYM. *Virtuální realita a řízení procesů: [odborná publikace]*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava ve vydavatelství Montanex, 2011. ISBN 978-80-7225-361-6 [cit. 2018-04-01].

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1:</b> Poloha pískovny Závada [2] .....	8
<b>Obrázek 2:</b> Hlučínská pahorkatina [4].....	9
<b>Obrázek 3:</b> Rozsah zalednění Severní Moravy a Slezska [7].....	11
<b>Obrázek 4:</b> Hranice dobývacích prostorů, pozměněno [10].....	13
<b>Obrázek 5:</b> Kolový nakladač Komatsu WA470 [autor] .....	16
<b>Obrázek 6:</b> Rozměry kolového nakladače Komatsu [9].....	16
<b>Obrázek 7:</b> Rozměry kolového nakladače 2 [8] .....	17
<b>Obrázek 8:</b> Třídící linka Finlay 310 [autor] .....	18
<b>Obrázek 9:</b> Pohon linky [autor] .....	19
<b>Obrázek 10:</b> Panelový základ [autor] .....	20
<b>Obrázek 11:</b> Násypka linky s ochranným roštem [autor].....	20
<b>Obrázek 12:</b> Pletené síto a harfové síto [autor] .....	21
<b>Obrázek 13:</b> Ukázka scénérie v CAD civil 3D [33] .....	23
<b>Obrázek 14:</b> Uživatelské prostředí softwaru FPC [36] .....	24
<b>Obrázek 15:</b> Ukázka použití programu Proof [35] .....	25
<b>Obrázek 16:</b> Vzhled programu Promotic [37].....	26
<b>Obrázek 17:</b> Schéma zobrazení podle J. Křováka [31] .....	35
<b>Obrázek 18:</b> Rozdíl dat [autor] .....	36
<b>Obrázek 19:</b> Základní zobrazení, po úpravě [autor].....	38
<b>Obrázek 20:</b> Finální rastr lomu [autor].....	39
<b>Obrázek 21:</b> Pohled na lom po úpravě letecké fotografie [autor] .....	40
<b>Obrázek 22:</b> Finální podoba třídící linky [autor].....	41
<b>Obrázek 23:</b> Podoba linky ze zadní strany [autor] .....	42
<b>Obrázek 24:</b> Linka s technikou [autor] .....	43
<b>Obrázek 25:</b> Pohled na řez s linkou [autor].....	44
<b>Obrázek 26:</b> Pohled na linku ze směru řezu [autor] .....	44

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1:</b> Protodjakonova stupnice [32] .....	14
<b>Tabulka 2:</b> Technické parametry nakladače [8].....	17

## SEZNAM ZKRATEK

s.r.o	Společnost s ručením omezeným
GIS	Geological information systém
S-JTSK EN	Systémjednotné trigonometrické sítě katastrální East North
DP	Dobývací prostor
DGN	Design
DXF	Drawing Exchange format
PDF	Portable document format
SHP	Shapefile
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
TIN	Triangulated irregular network
ZM	Základní mapa
JPG	Joint photographic group
TXT	text
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition